

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-352409

(P2002-352409A)

(43) 公開日 平成14年12月6日 (2002.12.6)

| (51) Int.Cl. | 識別記号 | F I | ページ数 (参考) |
|--------------|-------|---------|-----------|
| G 1 1 B | 5/667 | G 1 1 B | 5 D 0 0 6 |
| | 5/65 | | 5 D 1 1 2 |
| | 5/66 | | |
| | 5/738 | | |
| | 5/851 | | |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-154449 (P2001-154449)

(22) 出願日 平成13年5月23日 (2001.5.23)

(71) 出願人 000002004

昭和電工株式会社

東京都港区芝大門1丁目13番9号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 清水 誠治

千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電

工エイチ・ディー株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外6名)

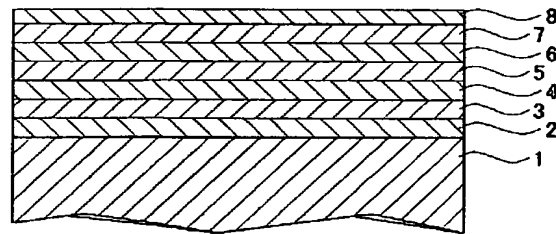
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズ特性を劣化させることなく、生産効率を向上させることが可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】 非磁性基板1と、軟磁性下地膜4との間に、面内下地膜2と、磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜3とが形成され、面内下地膜2は、CrまたはCr合金からなるものであり、面内硬磁性膜3は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を主成分とするものである。



- 1 : 非磁性基板
- 2 : 面内下地膜
- 3 : 面内硬磁性膜
- 4 : 軟磁性下地膜
- 5 : 配向制御膜
- 6 : 垂直磁性膜
- 7 : 保護膜
- 8 : 潤滑膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基板上に、少なくとも軟磁性材料からなる軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜とが設けられ、

非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜と、磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜とが形成され、

面内下地膜は、CrまたはCr合金からなるものであり、

面内硬磁性膜は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものであることを特徴とする磁気記録媒体、

【請求項2】 軟磁性下地膜の磁化回復率が0.85以上であることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 面内硬磁性膜の保磁力角型比 S^* が0.6以上であることを特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 面内硬磁性膜の保磁力 H_c が1000(Oe)以上、飽和磁化 M_s が200(memu/cm²)以上、600(memu/cm²)未満であり、厚さが10nm以上、100nm未満であることを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 軟磁性下地膜の膜厚が50～200nmであることを特徴とする請求項1～4のうちいずれか1項記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 非磁性基板上に、少なくとも軟磁性材料からなる軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜とを形成する磁気記録媒体の製造方法であって、

非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜と、磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜とを順次形成し、面内下地膜を、CrまたはCr合金からなるものとし、面内硬磁性膜を、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものとすることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項7】 磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、

磁気記録媒体は、非磁性基板上に、少なくとも軟磁性材料からなる軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁性膜と、保護膜とが設けられ、

非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜と、

化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜とが形成され、

面内下地膜は、CrまたはCr合金からなるものであり、

面内硬磁性膜は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものであることを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録媒体、その製造方法、およびこの磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁性膜内の磁化容易軸が主に基板に対し垂直に配向した垂直磁気記録媒体は、高記録密度化した場合でも、ビット境界での反磁界の影響が小さく、境界が鮮明な記録磁区が形成されるため、熱揺らぎ特性およびノイズ特性を高めることができることから、大きな注目を集めている。近年では、基板と垂直磁性膜との間に、軟磁性材料からなる軟磁性下地膜(いわゆる裏打ち層)を設け、磁気ヘッドと磁気記録媒体との間の磁束の出入りの効率を向上させた磁気記録媒体が提案されている。

軟磁性下地膜は、保磁力が小さく磁化方向が変化しやすいため巨大な磁区を形成する。この磁区の境界である磁壁は、スパイクノイズ発生の原因となることがある。このため、基板と軟磁性下地膜との間に硬磁性材料からなる硬磁性膜を設け、この硬磁性膜と軟磁性下地膜との磁気的交換結合により、軟磁性下地膜の磁化方向を強制的に基板半径方向に向け、上記磁区の形成によるスパイクノイズ発生を防ぐことが検討されている。この硬磁性膜を設けた磁気記録媒体としては、特開平5-277687号公報に開示されたものがある。この公報に開示された磁気記録媒体は、軟磁性下地膜の下に、SmCo合金またはCoCrTaからなる面内永久磁石膜が設けられている。軟磁性下地膜の厚さは、25～200nmが例示されている。この磁気記録媒体では、この面内永久磁石膜によって上記ノイズ発生を防ぐことができる。

40 【0003】

【発明が解決しようとする課題】磁気記録媒体の製造において、成膜には、通常、スパッタ法が用いられる。スパッタ法は他の成膜方法に比べ成膜速度が低いため、生産効率が低くなりやすい方法である。上記従来の磁気記録媒体では、軟磁性下地膜を薄く形成することによって生産効率の向上を図ることができるが、その場合には、軟磁性下地膜の下に設けられた面内永久磁石膜からのノイズによって、得られた磁気記録媒体のノイズ特性が劣化する問題があった。本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、ノイズ特性を劣化させることなく、生産効

率を向上させることが可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者は、軟磁性下地膜を薄く形成した際のノイズ特性劣化の問題が、硬磁性膜を原因として生じるノイズによるものであり、軟磁性下地膜の薄膜化によってノイズ特性が劣化するの、記録再生時に磁気ヘッドと硬磁性膜との距離が小さくなるために、硬磁性膜に起因するノイズが増加することが原因となっていることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成した。すなわち本発明の磁気記録媒体は、非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜と、磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜とが形成され、面内下地膜は、CrまたはCr合金からなるものであり、面内硬磁性膜は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものであることを特徴とする。軟磁性下地膜の磁化回復率は、0.85以上とするのが好ましい。面内硬磁性膜の保磁力角型比 S^* は、0.6以上であることが好ましい。本発明の磁気記録媒体では、面内硬磁性膜の保磁力 H_c が1000(Oe)以上、飽和磁化 M_s が200(memu/cm³)以上、600(memu/cm³)未満であり、厚さが10nm以上、100nm未満であることが好ましい。軟磁性下地膜の膜厚は、50~200nmとするのが好ましい。本発明の磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜を設け、その上に磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜を設け、面内下地膜を、CrまたはCr合金からなるものとし、面内硬磁性膜を、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものとすることを特徴とする。本発明の磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備え、磁気記録媒体が、非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜と、磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜とが形成され、面内下地膜は、CrまたはCr合金からなるものであり、面内硬磁性膜は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものであることを特徴とする。

【0005】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1実施形態を示すものである。ここに示す磁気記録媒体は、非磁性基板1上に、面内下地膜2と、面内硬磁性膜3と、軟磁性下地膜4と、配向制御膜5と、垂直磁性膜6と、保護膜7と、潤滑膜8とが順次設けられて構成されている。基

板1としては、磁気記録媒体用基板として一般に用いられているNiPメッキ膜を有するアルミニウム合金基板、ガラス基板(結晶化ガラス、強化ガラス等)、セラミックス基板、カーボン基板、シリコン基板、シリコンカーバイド基板を挙げることができる。またこれらの基板にNiP膜をメッキ法やスパッタ法などにより形成した基板を挙げることができる。基板1の表面の平均粗さ R_a は、0.01~2nm(好ましくは0.05~1.5nm)とするのが好適である。表面平均粗さ R_a がこの範囲未満であると、媒体への磁気ヘッドの吸着や、記録再生時の磁気ヘッド振動が起りやすくなる。また表面平均粗さ R_a がこの範囲を越えるとグライド特性が不十分となりやすい。

【0006】面内下地膜2は、直上に位置する面内硬磁性膜3の結晶配向性を高めるためのもので、CrまたはCr合金が用いられる。面内下地膜2に用いられるCr合金の例としては、CrMo系、CrTi系、CrW系、CrMo系、CrV系、CrSi系、CrNb系の合金を挙げることができる。このCr合金におけるCrの含有率は、60at%以上(好ましくは75at%以上)とするのが好ましい。このCr含有率が上記範囲未満であると、面内硬磁性膜3の結晶配向性が劣化し、面内硬磁性膜3において保磁力などの磁気特性が低下する。この面内下地膜2の厚さは、1~100nm(好ましくは2~50nm)とするのが好適である。

【0007】面内硬磁性膜3は、軟磁性下地膜4における磁区形成を抑え、スパイクノイズ発生を防ぐためのもので、磁化容易軸が主に面内方向(基板面に沿う方向)に配向した磁性膜である。本実施形態の磁気記録媒体において、面内硬磁性膜3は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものである。特に、CoCrPtX系合金を主成分とするものであることが好ましい。なお主成分とは当該成分を50at%を越えて含むことを意味する。このCoCrPtX系合金としては、CoCrPtB系合金、CoCrPtTa系合金、CoCrPtBCu系合金を用いるのが好ましい。

【0008】面内硬磁性膜3には、Crを10~26at%、Ptを1~16at%、Xを0.5~10at%含み、残部が実質的にCoからなるCoCrPtXを用いるのが好ましい。Crの含有率を上記範囲とするのが好ましいのは、この含有率が上記範囲未満では磁性膜内におけるCr偏析が起りにくくなり磁性粒子の分散が不十分となってノイズが増加し、上記範囲を越えると保磁力 H_c が低下するためである。Ptの含有率を上記範囲とするのが好ましいのは、この含有率が上記範囲未満では保磁力 H_c が低くなり、上記範囲を越えるとノイズが大きくなる傾向があるためである。Xの含有率を上記範囲にするのが好ましいのは、この含有率が上記範囲未

満ではノイズが増加する傾向があり、上記範囲を越えると保磁力 H_c が低くなるためである。

【0009】面内硬磁性膜3の保磁力角型比 S^* は、0.6以上(好ましくは0.7以上)とするのが好ましい。保磁力角型比 S^* が上記範囲を下回ると、軟磁性下地膜4の磁化回復率が低下する。

【0010】面内硬磁性膜3の保磁力 H_c は、1000(Oe)以上(好ましくは2000(Oe)以上)とするのが好適である。この保磁力 H_c が上記範囲未満であると、面内硬磁性膜3が外部磁場により磁化反転しやすくなり、スパイクノイズが増加する。面内硬磁性膜3の飽和磁化 M_s は、200 memu/cm^3 以上、600 memu/cm^3 未満(好ましくは300~500 memu/cm^3)とするのが好適である。この飽和磁化 M_s が上記範囲未満であると、軟磁性下地膜4と面内硬磁性膜3の結合磁界が小さくなりスパイクノイズが発生しやすくなる。また軟磁性下地膜4の表面側の磁化揺らぎによるノイズが増加する。また飽和磁化 M_s が上記範囲を越えると、この面内硬磁性膜3を発生源とするノイズが増加する。面内硬磁性膜3の厚さは、10nm以上、100nm未満(好ましくは45~80nm)とするのが好ましい。この厚さが上記範囲未満であると、軟磁性下地膜4と面内硬磁性膜3の結合磁界が小さくなりスパイクノイズが発生しやすくなる。また厚さが上記範囲を越えると、この面内硬磁性膜3を発生源とするノイズが増加する。

【0011】軟磁性下地膜4は、情報を記録する垂直磁性膜6の磁化をより強固に基板1と垂直な方向に固定するために設けられているものである。軟磁性下地膜4を構成する軟磁性材料としては、Feを60at%以上含有するFe合金を用いることができる。この材料としては、FeCo系合金(FeCo、FeCoVなど)、FeNi系合金(FeNi、FeNiMo、FeNiCr、FeNiSiなど)、FeAl系合金(FeAl、FeAlSi、FeAlSiCr、FeAlSiTiRuなど)、FeCr系合金(FeCr、FeCrTi、FeCrCuなど)、FeTa系合金(FeTa、FeTaCなど)、FeC系合金、FeN系合金、FeSi系合金、FeP系合金、FeNb系合金、FeHf系合金を挙げることができる。軟磁性下地膜4は、FeAlO、FeMgO、FeTaN、FeZrNなどからなる微細結晶を有する構造とすることができる。またこの微細結晶がマトリクス中に分散されたグラニューラー構造とすることもできる。軟磁性下地膜4には、Coを80at%以上含有し、Zr、Nb、Ta、Cr、Mo等のうち少なくとも1種以上を含有するCo合金を用いることもできる。例えば、CoZr、CoZrNb、CoZrTa、CoZrCr、CoZrMoなどを好適なものとして挙げることができる。また、軟磁性下地膜4は、アモルファス構造をなす合金からなるものとするこ

きる。

【0012】軟磁性下地膜4の磁化回復率は、0.85以上(好ましくは0.9以上)に設定するのが好ましい。この磁化回復率が上記範囲を下回ると、軟磁性下地膜4内の磁区形成に起因するノイズが増加する。以下、この磁化回復率について説明する。図2に示すように、履歴曲線(MH曲線)において、磁化が飽和した状態(符号aで示す位置)から外部磁場を減少させる過程で、外部磁場が0となる位置bにおける磁化を M_m^+ とする。外部磁場をさらに減少させると、符号cに示す位置において軟磁性下地膜4の磁化減少率が大きくなり、符号dに示す位置で軟磁性下地膜4の磁化が完全に反転する(磁化反転位置)。この位置においては、面内硬磁性膜3の磁化は未だ反転していない。この状態から外部磁場を0となるまで増加させたとき(符号eで示す位置)の磁化を M_m^- とする。上記磁化回復率は、 M_m^-/M_m^+ で表すことができる。また、磁化回復率の測定の際には、磁化反転位置dを、外部磁場が-100(Oe)となる位置と考え、磁化飽和位置aから外部磁場を-100(Oe)まで減少させ、次いで外部磁場を0(Oe)まで増加させることによって M_m^- 、 M_m^+ を定める方法をとることができる。

【0013】軟磁性下地膜4は、その飽和磁束密度 B_s が1T以上(好ましくは1.4T以上)であることが好ましい。飽和磁束密度 B_s が上記範囲未満であると、再生波形の制御が難しくなり、膜を厚くする必要が生じ、生産効率の低下を招く。軟磁性下地膜4の保磁力は、200(Oe)($15.8 \times 10^3 \text{A}/\text{m}$)以下とするのが好ましい。保磁力が上記範囲を越えると、磁気ヘッドと軟磁性下地膜4との間に形成される閉磁路における磁束の出入りの効率が低下し、記録特性が劣化する。

【0014】軟磁性下地膜4の厚さは、50~200nmとすることができる。この厚さが上記範囲未満であると、磁気ヘッドと軟磁性下地膜4との間に形成される閉磁路における磁束の出入りの効率が低下し、記録特性が劣化する。また厚さが上記範囲を越えると、成膜に長時間を要するようになり生産効率の低下を招く。軟磁性下地膜4の厚さは、軟磁性下地膜4を構成する材料の飽和磁束密度に応じて適宜設定することもできる。すなわち、軟磁性下地膜を構成する材料の飽和磁束密度 B_s と、軟磁性下地膜4の膜厚 t の積である $B_s \cdot t$ を、50 $\text{T} \cdot \text{nm}$ 以上(好ましくは100 $\text{T} \cdot \text{nm}$ 以上)とするのが望ましい。この $B_s \cdot t$ が上記範囲未満であると、磁気ヘッドと軟磁性下地膜4との間に形成される閉磁路における磁束の出入りの効率が低下し、記録特性が劣化する。 $B_s \cdot t$ は、100~300 $\text{T} \cdot \text{nm}$ とするのがより好ましい。 $B_s \cdot t$ を上記範囲を越える値に設定する場合には、膜を厚く形成する必要があり、生産性が低下する。

【0015】軟磁性下地膜4は、表面(配向制御膜5側

の面)において、構成材料が部分的または完全に酸化された構成とすることができる。この酸化部分(酸化層)の厚さは0.1nm以上3nm未満とするのが好ましい。軟磁性下地膜4が酸化された状態はオージェ電子分光法、SIMS法などにより確認することができる。また軟磁性下地膜4表面の酸化部分(酸化層)の厚さは、例えば媒体断面の透過型電子顕微鏡(TEM)写真により求めることができる。

【0016】配向制御膜5は、直上に位置する垂直磁性膜6の配向性及び結晶粒径を制御するために設けられた膜である。配向制御膜5の材料としては、hcp構造またはfcc構造をとるものを例示できる。hcp構造をとる材料としては、Ti、Zn、Y、Zr、Ru、Re、Gd、Tb、Hfのうちから選ばれる1種または2種以上を50at%以上含有するものを例示できる。具体例としては、RuCr、HfB、HfCo、HfCr、ErC、Ru-SiO₂、Hf-SiO₂、Hf-Al₂O₃を挙げることができる。fcc構造をとる材料としては、Ni、Cu、Pd、Ag、Pt、Ir、Au、Alのうちから選ばれる1種または2種以上を50at%以上含有するものを例示できる。具体例としては、NiCrN、PdB、PdCr、AgCo、Ir-SiO₂、Al-Al₂O₃を挙げることができる。

【0017】配向制御膜5の厚さは100nm以下(好ましくは50nm以下)とするのが好適である。この膜厚が上記範囲を越えると、配向制御膜5内で結晶粒の粒径が大きくなり、垂直磁性膜6における磁性粒子が粗大化しやすくなる。また記録再生時における磁気ヘッドと軟磁性下地膜4との距離が大きくなり、再生信号の分解能が低下し、ノイズ特性が悪化するため好ましくない。配向制御膜5は、薄すぎれば垂直磁性膜6の結晶配向性が劣化し記録再生特性が悪化するため、厚さが2nm以上となるように形成するのが好ましい。

【0018】垂直磁性膜6は磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した磁性膜であり、この垂直磁性膜6には、Co合金を用いることが好ましい。Co合金としては、CoCrPt合金、CoPt合金を例示できる。またこれらの合金にTa、Zr、Nb、Cu、Re、Ru、V、Ni、Mn、Ge、Si、B、O、Nなどから選ばれる少なくとも1種の元素を添加した合金を用いることができる。また垂直磁性膜6には、非晶質構造をとる材料、例えばTbFeCo系合金などの希土類元素合金を用いることもできる。垂直磁性膜6は、厚さ方向に均一な単層構造とすることもできるし、遷移金属(Co、Co合金)からなる層と貴金属(Pt、Pd等)からなる層とを積層した多層構造とすることもできる。遷移金属層には、Coを用いることもできるし、CoCrPt系合金、CoPt系合金等のCo合金を用いることもできる。

【0019】垂直磁性膜6の厚さは、目的とする再生出

力によって適宜最適化すればよいが、単層構造型と多層構造型のいずれの場合においても、厚すぎる場合には、ノイズ特性の悪化や分解能の低下等の問題が起りやすいため、厚さを100nm以下(好ましくは3~100nm)とするのが好適である。また垂直磁性膜6の逆磁区核形成磁界(-Hn)は、0(Oe)以上とするのが好ましい。逆磁区核形成磁界(-Hn)が上記範囲未満であると、熱揺らぎ耐性が低下する。逆磁区核形成磁界(-Hn)とは、履歴曲線(MH曲線)において、磁化が飽和した状態から外部磁場を減少させる過程で、外部磁場が0となる点(例えば図2において符号bで示す位置)から磁化減少率が急に大きくなる点(例えば図2において符号cで示す位置)までの距離(Oe)で表される数値である。なお、逆磁区核形成磁界(-Hn)は、磁化減少率が急に大きくなる点、外部磁場が負となる領域にある場合に正の値をとり、逆に、この点が、外部磁場が正となる領域にある場合に負の値をとる。

【0020】保護膜7は、垂直磁性膜6の腐食を防ぐとともに、磁気ヘッドが媒体に接触したときに媒体表面の損傷を防ぎ、かつ磁気ヘッドと媒体の間の潤滑特性を確保するためのもので、従来公知の材料を使用することが可能である。例えばC、SiO₂、ZrO₂の単一組成、またはこれらを主成分とし他元素を含むものが使用可能である。保護膜7の厚さは、1~10nmの範囲とされることが望ましい。

【0021】潤滑膜8には、パーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸など公知の潤滑剤を使用することができる。その種類および膜厚は、使用される保護膜や潤滑剤の特性に応じて適宜設定することができる。

【0022】上記構成の磁気記録媒体を製造するには、図1に示す基板1上に、スパッタ法などにより面内下地膜2、面内硬磁性膜3、軟磁性下地膜4を形成し、次いで、必要に応じてこの軟磁性下地膜4の表面に酸化処理を施し、次いで配向制御膜5、垂直磁性膜6、保護膜7を順次スパッタ法などにより形成する。次いで、ディップコーティング法、スピンコート法などにより潤滑膜8を形成する。軟磁性下地膜4の表面に酸化処理を施す場合には、軟磁性下地膜4を形成した後、軟磁性下地膜4を酸素含有ガスに曝す方法や、軟磁性下地膜4の表面に近い部分を成膜する際に、プロセスガス中に酸素を導入する方法を採ることができる。この軟磁性下地膜4の表面酸化によって、軟磁性下地膜4の表面の磁氣的な揺らぎを抑え、かつ軟磁性下地膜4上に形成される配向制御膜5の結晶粒を微細化してノイズ特性の改善効果を得ることができる。また軟磁性下地膜4表面の酸化部分(酸化層)によって、軟磁性下地膜4からの腐食性物質が媒体表面に移動するのを抑え、媒体表面の腐食の発生を防ぐことができる。

【0023】保護膜7の形成方法としては、カーボンタ

ーゲットを用いたスパッタ法や、CVD法、イオンビーム法を用いることができる。CVD法、イオンビーム法を用いる場合には、極めて硬度の高い保護膜7を形成することができるため、スパッタ法により形成された保護膜に比べ、大幅に薄くすることが可能となる。よって、記録再生時のスペーシングロス小さくし、高密度の記録再生を行うことができる。

【0024】本実施形態の磁気記録媒体では、非磁性基板1と軟磁性下地膜4との間に、面内下地膜2と面内硬磁性膜3が設けられているので、面内硬磁性膜3と軟磁性下地膜4との間に磁気的な交換結合を形成させ、軟磁性下地膜4の磁化方向を強制的に基板半径方向に向けることができる。このため、軟磁性下地膜4において磁区が形成されないようにし、スパイクノイズ発生を防ぐことができる。

【0025】この磁気記録媒体は、面内硬磁性膜3がCoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものであるので、SmCo合金からなる硬磁性膜を有する従来品に比べ、面内硬磁性膜3における面内方向の結晶配向性を良好とするとともに、磁性粒子の微細化を図ることができる。このため、面内硬磁性膜3を原因とするノイズ発生を低く抑えることができる。また面内下地膜2を設けたので、面内硬磁性膜3の面内方向の結晶配向性をさらに高めるとともに、磁性粒子をいっそう微細化することができる。このため、ノイズをさらに低減することができる。よって、軟磁性下地膜4を薄く形成した場合でもノイズの増加を抑えることができる。従って、軟磁性下地膜4を薄膜化することによって生産効率を高めることができ、しかも優れたノイズ特性を得ることができる。

【0026】また上記製造方法によれば、非磁性基板1と軟磁性下地膜4との間に、面内下地膜2と面内硬磁性膜3とを設けるので、面内硬磁性膜3を原因とするノイズを抑えることができる。従って、軟磁性下地膜4を薄膜化することによって生産効率を高めることができ、しかも優れたノイズ特性を得ることができる。

【0027】図3は、本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態を示すものである。ここに示す磁気記録媒体は、非磁性基板1と面内下地膜2との間に、シード膜9が設けられている点で図1に示す磁気記録媒体と異なる。シード膜9は、直上に形成される面内下地膜2の結晶配向性を高めるためのもので、その材料としては、NiAl、FeAl、CoFe、CoZr、NiTi、AlCo、AlRu、CoTi、CrTaのうち1種または2種以上を主成分とするものが使用できる。本実施形態では、シード膜9を設けることによって、面内下地膜2および面内硬磁性膜3の結晶配向性を高め、媒体ノイズをさらに低く抑えることができる。

【0028】図4は、本発明の磁気記録媒体の第3の実

施形態を示すものである。ここに示す磁気記録媒体は、面内下地膜2と面内硬磁性膜3との間に、面内中間膜10が設けられている点で図1に示す磁気記録媒体と異なる。面内中間膜10は、面内硬磁性膜3の結晶配向性を高めるためのもので、その材料としては、非磁性のCo合金を用いることができる。このCo合金としては、Cr、Ta、Zr、Nb、Cu、Re、Ru、Ni、Mn、Ge、Si、O、N、Bから選ばれる1種または2種以上の元素をCoに添加した合金を用いることができる。なかでも特に、CoCr合金を用いるのが好ましい。面内中間膜10の厚さは、1~20nmとするのが好ましい。本実施形態では、面内中間膜10を設けることによって、面内硬磁性膜3において配向性を向上させ、面内硬磁性膜3における保磁力Hcなどの磁気特性を高めることができる。

【0029】図5は、本発明の磁気記録媒体の第4の実施形態を示すものである。ここに示す磁気記録媒体では、軟磁性下地膜4と配向制御膜5の間に、配向制御下地膜11が設けられている点で図1に示す磁気記録媒体と異なる。配向制御下地膜11は、配向制御膜5の結晶配向性を高めるためのもので、その材料としては、B2構造をなすものを用いるのが好ましい。この材料としては、NiAl、FeAl、CoFe、CoZr、NiTi、AlCo、AlRu、CoTiのうち1種または2種以上の合金を主成分とするものが使用できる。またこれらの合金にCr、Mo、Si、Mn、W、Nb、Ti、Zr、B、O、N等の元素を添加した材料を用いることもできる。配向制御下地膜11の厚さは、30nm以下とするのが好ましい。この厚さが上記範囲を越えると、垂直磁性膜6と軟磁性下地膜4との距離が大きくなり、分解能が低下し、ノイズ特性が劣化する。配向制御下地膜11の厚さは、0.1nm以上とするのが好ましい。本実施形態では、配向制御下地膜11を設けることによって、配向制御膜5および垂直磁性膜6の配向性を高め、垂直磁性膜6において保磁力Hcなどの磁気特性を高めることができる。

【0030】図6は、本発明の磁気記録媒体の第5の実施形態を示すものである。ここに示す磁気記録媒体では、配向制御膜5と垂直磁性膜6との間に、非磁性中間膜12が設けられている点で図1に示す磁気記録媒体と異なる。非磁性中間膜12は、垂直磁性膜6の結晶配向性を高めるためのもので、その材料としては、非磁性のCo合金を用いることができる。このCo合金としては、Cr、Ta、Zr、Nb、Cu、Re、Ru、Ni、Mn、Ge、Si、O、N、Bから選ばれる1種または2種以上の元素をCoに添加した合金を用いることができる。なかでも特に、CoCr合金を用いるのが好ましい。非磁性中間膜12は、厚すぎると垂直磁性膜6と軟磁性下地膜4との距離が大きくなることにより分解能が低下しノイズ特性が悪化するため、20nm以下と

するのが好ましく、10nm以下とするのがより好ましい。本実施形態では、非磁性中間膜12を設けることによって、垂直磁性膜6の配向性を向上させ、保磁力Hcなどの磁気特性を高めることができる。

【0031】図7は、本発明の磁気記録媒体の第6の実施形態を示すものである。ここに示す磁気記録媒体では、垂直磁性膜6と保護膜7との間に、磁化安定膜13が設けられている点で図1に示す磁気記録媒体と異なる。磁化安定膜13の材料としては、軟磁性下地膜4に用い得る材料として例示したものを使用できる。磁化安定膜13の保磁力Hcは200(Oe)以下(好ましくは50(Oe)以下)とするのが好ましい。磁化安定膜13の飽和磁束密度Bsは、0.4T以上(好ましくは1T以上)とするのが好ましい。また、磁化安定膜13の飽和磁束密度膜厚積Bs・tは7.2T・nm以下であること好ましい。このBs・tが上記範囲を越えると再生出力が低下する。

【0032】磁化安定膜13は、表面において構成材料が部分的、あるいは完全に酸化されている構成とすることができる。すなわち磁化安定膜13の表面(保護膜7側または垂直磁性膜6側の面)およびその近傍(表面から所定の深さの領域)において、構成材料が部分的または全体的に酸化された構成とすることができる。

【0033】本実施形態では、磁化安定膜13を設けることによって、垂直磁性膜6の表面における磁化の揺らぎを抑えることができる。このため、漏れ磁束が揺らぎの影響を受けなくなり、再生出力が増加する。また磁化安定膜13が設けられていることにより、垂直磁性膜6の垂直方向の磁化と、軟磁性下地膜4および磁化安定膜13の面内方向の磁化が、閉回路を形成するようになる。この作用により、垂直磁性膜6の磁化がより強固に垂直方向に固定されるため、熱揺らぎ耐性が向上する。また磁化安定膜13の表面が酸化された構成とする場合には、磁化安定膜13の表面の磁気的な揺らぎを抑えることができるため、この磁気的な揺らぎに起因するノイズを低減し、磁気記録媒体の記録再生特性を改善することができる。

【0034】図8は、本発明に係る磁気記録再生装置の一例を示す断面構成図である。この図に示す磁気記録再生装置は、上記構成の磁気記録媒体20と、この磁気記録媒体20を回転駆動させる媒体駆動部21と、磁気記録媒体20に対して情報の記録再生を行う磁気ヘッド22と、磁気ヘッド22を駆動させるヘッド駆動部23と、記録再生信号処理系24とを備えている。記録再生信号系24は、入力されたデータを処理して記録信号を磁気ヘッド22に送ったり、磁気ヘッド22からの再生信号を処理してデータを出力することができるようになっている。

【0035】磁気ヘッド22としては、単磁極ヘッドを用いるのが好ましい。図9は、単磁極ヘッドの一例を示

すもので、単磁極ヘッド22は、磁極25と、コイル26とから概略構成されている。磁極25は、幅の狭い主磁極27と幅広の補助磁極28とを有する側面視略十字状に形成され、主磁極27は、記録時に垂直磁性膜6に印加される磁界を発生し、再生時に垂直磁性膜6からの磁束を検出することができるようになっている。

【0036】単磁極ヘッド22を用いて、磁気記録媒体20への記録を行う際には、主磁極27の先端から発せられた磁束が、垂直磁性膜6を、基板1に対し垂直な方向に磁化させる。この際、磁気記録媒体20には軟磁性下地膜4が設けられているため、単磁極ヘッド22の主磁極27からの磁束は、垂直磁性膜6、軟磁性下地膜4を通じて補助磁極28へと導かれ、閉回路を形成する。この閉回路が単磁極ヘッド22と磁気記録媒体20の間に形成されることにより、磁束の出入りの効率が増し、高密度の記録再生が可能になる。また本発明では、磁気ヘッドとして、単磁極ヘッド以外のもの、例えば再生部に巨大磁気抵抗(GMR)素子を備えた複合型薄膜磁気記録ヘッドを用いることもできる。

【0037】本実施形態の磁気記録再生装置は、磁気記録媒体20が、非磁性基板1と軟磁性下地膜4との間に、面内下地膜2と面内硬磁性膜3とを設けた構成とされているので、面内硬磁性膜3を原因とするノイズを抑えることができる。よって、軟磁性下地膜4を薄膜化することによって生産効率を高めることができ、しかも優れたノイズ特性を得ることができる。従って、高密度の記録再生が可能となる。

【0038】

【実施例】以下、実施例を示して本発明の作用効果を明確にする。

(実施例1) 洗浄済みのガラス基板1(オハラ社製、外径2.5インチ)をDCマグネトロンスパッタ装置(アネルバ社製C-3010)の成膜チャンバ内に収容し、到達真空度 1×10^{-3} Paとなるまで成膜チャンバ内を排気した後、このガラス基板1上に、50Ni50Alからなるシード膜9(厚さ50nm)、94Cr6Moからなる面内下地膜2(厚さ15nm)、61Co22Cr12Pt5Bからなる面内硬磁性膜3(厚さ50nm)、92Co4Ta4Zrからなる軟磁性下地膜4(厚さ150nm)を形成した。振動式磁気特性測定装置(VSM)を用いた測定の結果、軟磁性下地膜4のBsは1.3Tであることを確認した。軟磁性下地膜4の静磁気特性を、Kerr効果測定装置を用いて測定したところ、保磁力は4570(Oe)、逆磁区核形成磁界(-Hn)は750(Oe)であった。上記成膜時には、プロセスガスとしてアルゴンを用い、ガス圧力は0.5Paに設定した。また成膜時の温度条件は200°Cとした。次いで、CVD法を用いてカーボンからなる保護膜7を形成した。次いで、ディップコーティング法によりパーフルオロポリエーテルからなる潤滑膜8を形

成し、磁気記録媒体を得た(表1を参照)。なお上記合金材料の記載において、aAbBは、a(at%)A-b(at%)Bを示す。例えば61Co22Cr12Pt5Bは、61at%Co-22at%Cr-12at%Pt-5at%B(Co含有率61at%、Cr含有率22at%、Pt含有率12at%、B含有率5at%)を意味する。

【0039】(比較例1)面内硬磁性膜3の材料として表1に示すものを用いること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表1を参照)。

【0040】(比較例2)面内下地膜2の材料として表1に示すものを用いること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表1を参照)。

【0041】(比較例3)シード膜9、面内下地膜2を設けず、面内硬磁性膜3にSmCoを用いること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表1を参照)。

【0042】(比較例4)シード膜9、面内下地膜2、面内硬磁性膜3を設けないこと以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表1を参照)。

【0043】(実施例2)軟磁性下地膜4上に、50Ni50Alからなる配向制御下地膜11(厚さ8nm)、Ruからなる配向制御膜5(厚さ10nm)、65Co17Cr16Pt2Bからなる垂直磁性膜6(厚さ25nm)を形成したこと以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表2を参照)。透過型電子顕微鏡(TEM)を用いた観察の結果、垂直磁性膜6における平均結晶粒径は9nmであった。

【0044】(比較例5)面内硬磁性膜3の材料として表2に示すものを用いること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表2を参照)。

【0045】(比較例6)面内下地膜2の材料として表2に示すものを用いること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表2を参照)。

【0046】(比較例7)シード膜9、面内下地膜2を設けず、面内硬磁性膜3にSmCoを用いること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表2を参照)。

【0047】(比較例8)シード膜9、面内下地膜2、面内硬磁性膜3を設けないこと以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表2を参照)。

【0048】(実施例3~14)面内硬磁性膜3に表3に示す材料を用いること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表3を参照)。

【0049】(実施例15、16)軟磁性下地膜4の磁化回復率を表4に示すとおりとすること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表4を参照)。

【0050】(実施例17、18)面内硬磁性膜3の保磁力角型比 S^* を表5に示すとおりとすること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表5を参

照)。

【0051】(実施例19~28)軟磁性下地膜4の材料および厚さを表6に示すとおりとすること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表6を参照)。

【0052】(実施例29~40)配向制御下地膜11および配向制御膜5の材料および厚さを表7に示すとおりとすること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表7を参照)。

【0053】(実施例41~49)垂直磁性膜6の材料および厚さを表8に示すとおりとすること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表8を参照)。

【0054】(実施例50~53)軟磁性下地膜4の表面を酸素含有ガス(曝露ガス)に曝すことによって、軟磁性下地膜4に酸化処理を施すこと以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した。曝露ガスとしては、純酸素(100%O₂)、または酸素アルゴン混合ガス(混合比:50vol%O₂-50vol%Ar)を用いた。この磁気記録媒体の構成、および上記曝露によって軟磁性下地膜4の表面に形成された酸化層の厚さを表9に示す。

【0055】(実施例54)軟磁性下地膜4を形成する際に、プロセスガス(成膜ガス)として、Ar(100%)を用い、次いで酸素アルゴン混合ガス(混合比:10vol%O₂-90vol%Ar)を用いること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した。酸素アルゴン混合ガスの使用によって、軟磁性下地膜4の表面付近に酸化層が形成された。この酸化層の厚さを表9に併せて示す。

【0056】(実施例55~62)非磁性中間膜12を設け、この非磁性中間膜12の材料および厚さを表10に示すとおりとすること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表10を参照)。

【0057】(実施例63~67)磁化安定膜13を設け、この磁化安定膜13の材料および厚さを表11に示すとおりとすること以外は実施例2に準じて磁気記録媒体を作製した(表11を参照)。

【0058】(実施例68~70)面内硬磁性膜3を形成する際の温度条件を変化させることによって、面内硬磁性膜3の保磁力を変えること以外は実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した(表12を参照)。

【0059】各磁気記録媒体の磁気特性を、振動式磁気特性測定装置(VSM)、GUZIK社製リードライトアナライザRWA1632、およびスピンスターS170IMPを用いて測定した。測定結果を表1~12に示す。熱揺らぎ耐性の評価は、基板を70℃に加熱して線記録密度50kFCIにて書き込みをおこなった後、書き込み後1秒後の再生出力に対する出力の低下率(%/decade)を、 $(S_0 - S) \times 100 / (S_0 \times 3)$ に基づいて算出した。この式において、S₀は磁気記録媒体に信号記録後1秒経過時の再生出力を示し、S

は1000秒後の再生出力を示す。

*【表1】

【0060】

*

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsV) | シフト ノイズ |
|------|------|----|-----------|----|--------------|----|------------|-----|---------------------|------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | なし |
| 比較例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co20Pt | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.1224 | なし |
| 比較例2 | NiAl | 50 | V | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0885 | なし |
| 比較例3 | - | - | - | - | SmCo | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.1826 | なし |
| 比較例4 | - | - | - | - | - | - | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0312 | あり |

(厚さの単位はnm)

【0061】

※ ※【表2】

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 配向制御 下地膜 | | 配向 制御膜 | | 垂直磁性膜 | | 記録再 生特性 I _{10-X} | シフト ノイズ |
|------|------|----|-----------|----|--------------|----|------------|-----|-------------|----|-----------|----|----------------|----|---------------------------------|------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -6.3 | なし |
| 比較例5 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co20Pt | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -3.5 | なし |
| 比較例6 | NiAl | 50 | V | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -4.1 | なし |
| 比較例7 | - | - | - | - | SmCo | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -3.2 | なし |
| 比較例8 | - | - | - | - | - | - | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -2.1 | あり |

(厚さの単位はnm)

【0062】

☆☆【表3】

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsV) | シフト ノイズ |
|-------|------|----|-----------|----|----------------|-----|---|------------|-----|---------------------|------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | M _s (memu/cm ³) | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例3 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 320 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | なし |
| 実施例4 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co18Cr8Pt5B | 50 | 385 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0424 | なし |
| 実施例5 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co21Cr10Pt3Ta | 50 | 340 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0436 | なし |
| 実施例6 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co20Cr8Pt3B3Cu | 50 | 320 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0382 | なし |
| 実施例7 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 5 | 300 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0331 | あり |
| 実施例8 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 15 | 310 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0335 | なし |
| 実施例9 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 95 | 330 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0499 | なし |
| 実施例10 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 120 | 350 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0801 | なし |
| 実施例11 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co14Cr8Pt2Ta | 50 | 550 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0512 | なし |
| 実施例12 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co10Cr10Pt2Ta | 50 | 750 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0955 | なし |
| 実施例13 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co25Cr12Pt4B | 50 | 190 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0335 | あり |
| 実施例14 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co24Cr13Pt4B | 50 | 220 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0329 | なし |

(厚さの単位はnm)

【0063】

☆☆【表4】

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsV) | 磁化 回復 率 (%) | シフト ノイズ |
|-------|------|----|-----------|----|--------------|----|------------|-----|---------------------|----------------------|------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | 0.95 | なし |
| 実施例15 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0338 | 0.87 | なし |
| 実施例16 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0339 | 0.80 | あり |

磁化回復率：軟磁性下地膜の磁化回復率

(厚さの単位はnm)

【0064】

＊ ＊【表5】

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsV) | 保磁力 角型比 S* (-) | バリエ- イ- ズ |
|-------|------|----|-----------|----|---------------|----|------------|-----|---------------------|-------------------------|-----------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | 0.75 | なし |
| 実施例17 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0338 | 0.63 | なし |
| 実施例18 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0331 | 0.55 | 丸粒 |

保磁力角型比S*：面内硬磁性膜の保磁力角型比S* (厚さの単位はnm)

【0065】

＊ ＊【表6】

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御 下地膜 | | 配向 制御膜 組成 | 垂直 磁性 膜 | 記録再 生特性 I _{10-X} - I _{0-X} | バリエ- イ- ズ | |
|-------|------|----|-----------|----|---------------|----|---------------------------|-----|-----------------------|-------------|----|-----------------|---------------|---|-----------------|----|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | | | | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例19 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 88Co4Ta8Zr | 150 | 1.0 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.1 | なし |
| 実施例20 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 85Co7Ta8Zr | 150 | 0.8 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -5.1 | なし |
| 実施例21 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 80Fe10Ta10C | 150 | 1.6 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.1 | なし |
| 実施例22 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 82Fe6Zr 12N | 150 | 1.7 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例23 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 78Fe22(SiO ₂) | 150 | 1.4 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.2 | なし |
| 実施例24 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 40 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -4.6 | なし |
| 実施例25 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 60 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -5.8 | なし |
| 実施例26 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 105 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例27 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 210 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例28 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 400 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.1 | なし |

*1: 垂直磁性膜：65Co17Cr 16Pt2B, 厚さ25nm (厚さの単位はnm)

【0066】

★ ★【表7】

| | シフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御 下地膜 | | 配向 制御膜 組成 | 垂直 磁性 膜 | 記録再 生特性 I _{10-X} - I _{0-X} | バリエ- イ- ズ |
|-------|------|----|-----------|----|---------------|----|------------|-----|-----------------------|-------------|----|-----------------|---------------|---|-----------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | | | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50Ni50Al | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 |
| 実施例29 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ru | 2 | *1 | -6.1 |
| 実施例30 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ru | 18 | *1 | -6.2 |
| 実施例31 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ru | 45 | *1 | -5.9 |
| 実施例32 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 70Ru30Cr | 18 | *1 | -6.6 |
| 実施例33 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Hf | 18 | *1 | -6.7 |
| 実施例34 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 80Hf20B | 18 | *1 | -6.8 |
| 実施例35 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50Ni50Al | 8 | Re | 8 | *1 | -5.8 |
| 実施例36 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ni | 3 | *1 | -6.1 |
| 実施例37 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50Ni50Al | 8 | Ni | 3 | *1 | -6.1 |
| 実施例38 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 85Ni10Cr5N | 10 | *1 | -6.3 |
| 実施例39 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Cu | 15 | *1 | -5.8 |
| 実施例40 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr 12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 80Pd20B | 10 | *1 | -5.9 |

*1: 垂直磁性膜：65Co17Cr 16Pt2B, 厚さ25nm (厚さの単位はnm)

【0067】

＊ ＊【表8】

| | シード膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 配向制御 下地膜 | | 配向 制御膜 | | 垂直磁性膜 | | 記録再 生特性 17-レト 10-X | 熱揺ら ぎ耐性 (%/de- cade) |
|-------|------|----|-----------|----|--------------|----|------------|-----|-------------|----|-----------|----|-----------------|----|-----------------------------|-------------------------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -6.3 | 0.65 |
| 実施例41 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 3 | -4.9 | 1.03 |
| 実施例42 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 8 | -6.0 | 0.88 |
| 実施例43 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 45 | -5.8 | 0.55 |
| 実施例44 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 60 | -5.1 | 0.52 |
| 実施例45 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 62Co19Cr15Pt3Mn | 25 | -6.1 | 0.71 |
| 実施例46 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 68Co21Cr6Pt5B | 25 | -6.3 | 1.08 |
| 実施例47 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 61Co17Cr2Pt | 25 | -5.6 | 0.49 |
| 実施例48 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | Co/Pd (*1) | 15 | -5.3 | 0.36 |
| 実施例49 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | TbFeCo | 25 | -5.1 | 0.64 |

*1: Co層とPd層を多数回にわたって積層した多層構造膜

(厚さの単位はnm)

【0068】

＊ ＊【表9】

| | シード膜 | 面内 下地膜 | 面内 硬磁性膜 | 軟磁性下地膜 | | | | | 配向制御 下地膜 | 配向 制御膜 | 垂直 磁性膜 | 記録再 生特性 17-レト 10-X | | | |
|-------|------|-----------|------------|------------|-----|-----------------------|--------------------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|----|------|
| | | | | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 曝露ガス (アトモカ) | 酸化 処理 | | | | | 酸化 層厚さ | | |
| 実施例2 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | - | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.3 |
| 実施例50 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 100%O ₂ | 曝露 | 0.5 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -7.1 |
| 実施例51 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 100%O ₂ | 曝露 | 2.5 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.9 |
| 実施例52 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 100%O ₂ | 曝露 | 4 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.1 |
| 実施例53 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50%O ₂ -50%Ar | 曝露 | 1 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.8 |
| 実施例54 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 10%O ₂ -90%Ar | *5 | 1 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.7 |

*1: シード膜: 50Ni50Al, 厚さ50nm

*2: 面内下地膜: 94Cr6Mo, 厚さ15nm

*3: 面内硬磁性膜: 61Co22Cr12Pt5B, 厚さ50nm

*4: 垂直磁性膜: 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

*5: 軟磁性下地膜形成時に、プロセスガスとして100%Arを用いた後、10%O₂-90%Arを使用した。

(厚さの単位はnm)

【0069】

☆☆【表10】

| | シード膜 | 面内 下地膜 | 面内 硬磁性膜 | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御 下地膜 | | 配向 制御膜 | | 非磁性中間膜 | | 垂直 磁性膜 | 記録再 生特性 17-レト 10-X | 熱揺ら ぎ耐性 (%/de- cade) |
|-------|------|-----------|------------|------------|-----|-----------------------|-------------|----|-----------|----|----------------|----|-----------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | | | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例2 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | - | - | *4 | -6.3 | 0.65 |
| 実施例55 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 5 | *4 | -6.8 | 0.55 |
| 実施例56 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 2 | *4 | -6.8 | 0.57 |
| 実施例57 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 18 | *4 | -6.7 | 0.52 |
| 実施例58 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 25 | *4 | -6.5 | 0.52 |
| 実施例59 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 55Co35Cr10Mn | 5 | *4 | -6.9 | 0.56 |
| 実施例60 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 52Co33Cr10Pt5B | 5 | *4 | -7.0 | 0.55 |
| 実施例61 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 55Co45Ru | 5 | *4 | -6.9 | 0.58 |
| 実施例62 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co30Cr5Ta5B | 5 | *4 | -6.9 | 0.54 |

*1: シード膜: 50Ni50Al, 厚さ50nm

*2: 面内下地膜: 94Cr6Mo, 厚さ15nm

*3: 面内硬磁性膜: 61Co22Cr12Pt5B, 厚さ50nm

*4: 垂直磁性膜: 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

(厚さの単位はnm)

【0070】

【表11】

| | シフト膜 | 面内下地膜 | 面内硬磁性膜 | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | | 垂直磁性膜 | 磁化安定膜 | | 記録再生特性 | | 熱揺らぎ耐性 (%/decade) |
|-------|------|-------|--------|------------|-----|--------|---------|----|-------|----|-------|------------|-----|--------|-----------|-------------------|
| | | | | 組成 | 厚さ | Bs (T) | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | 組成 | 厚さ | 10-X | 再生出力 (μV) | |
| 実施例2 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | - | - | -6.3 | 2180 | 0.65 |
| 実施例63 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 92Co4Ta4Zr | 3.6 | -6.7 | 2870 | 0.45 |
| 実施例64 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 92Co4Ta4Zr | 7.0 | -6.2 | 2350 | 0.53 |
| 実施例65 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 92Co4Ta4Zr | 9.6 | -5.7 | 1780 | 0.74 |
| 実施例66 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 85Fe15Zr | 3.6 | -6.4 | 2660 | 0.52 |
| 実施例67 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 89Co4Zr7Nb | 3.6 | -6.5 | 2720 | 0.51 |

*1:シフト膜: 50Ni50Al, 厚さ50nm
 *2:面内下地膜: 94Cr6Mo, 厚さ15nm
 *3:面内硬磁性膜: 61Co22Cr12Pt5B, 厚さ50nm
 *4:垂直磁性膜: 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm
 (厚さの単位はnm)

【0071】

***【表12】

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | | 軟磁性下地膜 | | 媒体ノイズ (RmsmV) | バリエーション |
|-------|------|----|-------|----|--------------|----|----------|------------|-----|---------------|---------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 保磁力 (Oe) | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 3050 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | なし |
| 実施例68 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 920 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0451 | あり |
| 実施例69 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 1150 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0385 | なし |
| 実施例70 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 2100 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0355 | なし |

(厚さの単位はnm)

【0072】表1および表2より、非磁性基板1と軟磁性下地膜4との間に、CoCrPtBからなる面内硬磁性膜3を設けた実施例では、硬磁性膜にCoPtやSmCoを用いた比較例に比べ、優れたノイズ特性が得られたことがわかる。また下地膜2にCr合金を用いた実施例では、下地膜にVを用いた比較例に比べ、優れたノイズ特性が得られたことがわかる。表3より、面内硬磁性膜3の飽和磁化Msを200 (memu/cm³)以上、600 (memu/cm³)未満の範囲とし、かつ面内硬磁性膜3の厚さを10nm以上、100nm未満の範囲とすることによって、ノイズ低減が可能となったことがわかる。表4より、軟磁性下地膜4の磁化回復率を0.85以上とすることによって、ノイズ低減が可能となったことがわかる。表5より、面内硬磁性膜3の保磁力角型比S*を0.6以上とすることによって、ノイズ低減が可能となったことがわかる。表6より、軟磁性下地膜4の飽和磁束密度Bsを1T以上(特に1.4T以上)とすることによって、記録再生特性を向上させることができたことがわかる。また軟磁性下地膜4を厚く形成し、Bs・tを50T・nm以上とすることによって、特に優れた記録再生特性が得られたことがわかる。表7より、配向制御膜5に表7に示す材料を用いた場合には、優れた記録再生特性が得られたことがわかる。表8より、垂直磁性膜6に表8に示す材料を用いた場合には、優れた記録再生特性が得られたことがわかる。表9より、軟磁性下地膜4の酸化によって、優れた記録再生

特性が得られたことがわかる。表10より、非磁性中間膜12を設けることによって、記録再生特性および熱揺らぎ特性の点で優れた結果が得られたことがわかる。表11より、磁化安定膜13を設けることによって、記録再生特性および熱揺らぎ特性の点で優れた結果が得られたことがわかる。表12より、面内硬磁性膜3の保磁力を1000 (Oe)以上とすることによって、記録再生特性に優れた磁気記録媒体が得られたことがわかる。また保磁力を2000 (Oe)以上とすることによって、さらに優れた結果が得られたことがわかる。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の磁気記録媒体にあっては、非磁性基板と軟磁性下地膜との間に、面内下地膜と、磁化容易軸が主に面内方向に向いた面内硬磁性膜とが形成され、面内下地膜は、CrまたはCr合金からなるものであり、面内硬磁性膜は、CoCrPtX系合金(Xは、B、Ta、Cu、Zr、Nb、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、Nのうちから選ばれる1種または2種以上)を含むものである。面内硬磁性膜を原因とするノイズを抑えることができる。よって、軟磁性下地膜を薄く形成した場合でもノイズの増加を抑えることができる。従って、軟磁性下地膜を薄膜化することによって生産効率を高めることができ、しかも優れたノイズ特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の磁気記録媒体の第1の実施形態を

示す一部断面図である。

【図2】 磁化回復率を説明するための説明図である。

【図3】 本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態を示す一部断面図である。

【図4】 本発明の磁気記録媒体の第3の実施形態を示す一部断面図である。

【図5】 本発明の磁気記録媒体の第4の実施形態を示す一部断面図である。

【図6】 本発明の磁気記録媒体の第5の実施形態を示す一部断面図である。

*【図7】 本発明の磁気記録媒体の第6の実施形態を示す一部断面図である。

【図8】 本発明の磁気記録再生装置の一実施形態を示す概略構成図である。

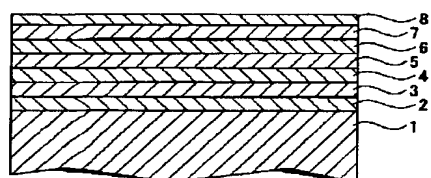
【図9】 図8に示す磁気記録再生装置に使用される磁気ヘッドの一例を示す構成図である。

【符号の説明】

1…非磁性基板、2…面内地下膜、3…面内硬磁性膜、4…軟磁性地下膜、5…配向制御膜、6…垂直磁性膜、7…保護膜、20…磁気記録媒体、22…磁気ヘッド

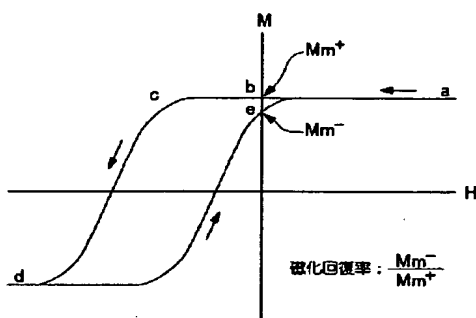
* D

【図1】

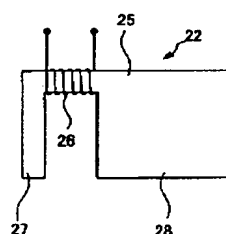


- 1 : 非磁性基板
- 2 : 面内地下膜
- 3 : 面内硬磁性膜
- 4 : 軟磁性地下膜
- 5 : 配向制御膜
- 6 : 垂直磁性膜
- 7 : 保護膜
- 8 : 潤滑膜

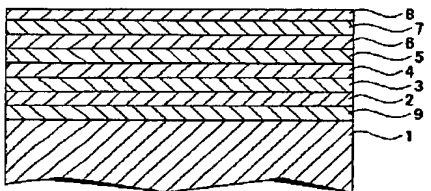
【図2】



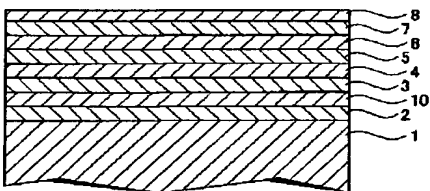
【図9】



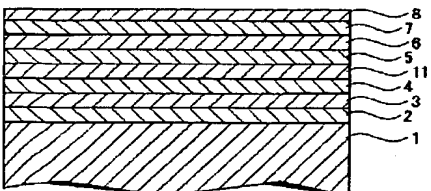
【図3】



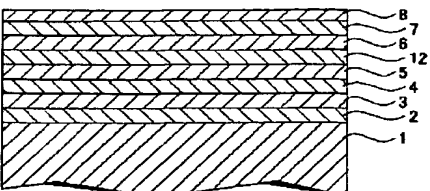
【図4】



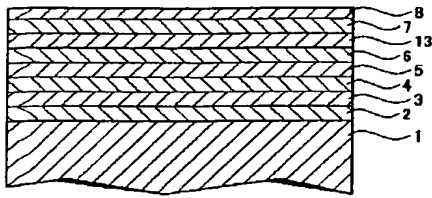
【図5】



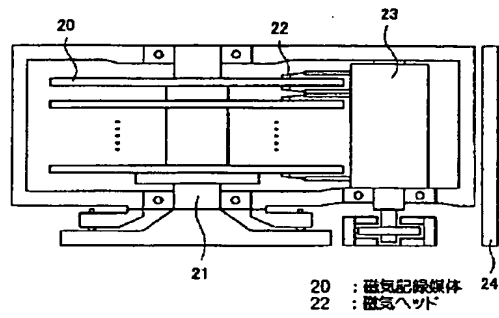
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 坂脇 彰
 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電
 エイチ・ディー株式会社内

(72)発明者 酒井 浩志
 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電
 エイチ・ディー株式会社内

(72)発明者 中村 太
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
 東芝柳町工場内

(72)発明者 彦坂 和志
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
 東芝柳町工場内

Fターム(参考) 5D006 BB02 CA03 CA05 CA06 DA03
 DA08 EA03 FA09
 5D112 AA03 AA04 AA24 BD03 BD04
 FA04

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352409

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl. G11B 5/667
G11B 5/65
G11B 5/66
G11B 5/738
G11B 5/851

(21)Application number : 2001-154449

(71)Applicant : SHOWA DENKO KK
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 23.05.2001

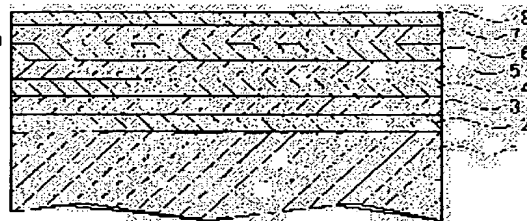
(72)Inventor : SHIMIZU KENJI
SAKAWAKI AKIRA
SAKAI HIROSHI
NAKAMURA FUTOSHI
HIKOSAKA KAZUYUKI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM, ITS MANUFACTURING METHOD, AND MAGNETIC RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium, its manufacturing method, and a magnetic recording/reproducing device that can enhance productive efficiency free from degrading a noise property.

SOLUTION: Between a non-magnetic substrate 1 and a soft magnetic ground film 4, an in-plane ground film 2 and an in-plane hard magnetic film 3 of which the easy axis is oriented mainly in the in-plane direction are formed. The in-plane ground film 2 consists of Cr or Cr alloy, and the in-plane hard magnetic film 3 consists of CoCrPtX system alloy as a principal component (where X is one kind or two kinds or more of components selected from B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, Ni, Mn, Ge, Si, O, and N).



1 : 非磁性基板
2 : 面内下地膜
3 : 面内硬磁性膜
4 : 軟磁性下地膜
5 : 絶縁保護膜
6 : 潤滑層
7 : 緩衝膜
8 : 記録膜

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352409

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl. G11B 5/667
 G11B 5/65
 G11B 5/66
 G11B 5/738
 G11B 5/851

(21)Application number : 2001-154449

(71)Applicant : SHOWA DENKO KK
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 23.05.2001

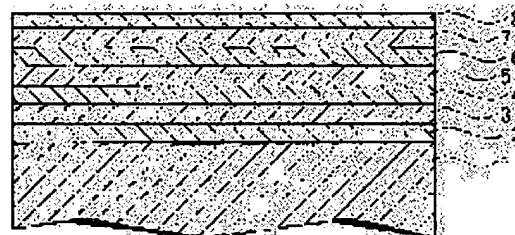
(72)Inventor : SHIMIZU KENJI
SAKAWAKI AKIRA
SAKAI HIROSHI
NAKAMURA FUTOSHI
HIKOSAKA KAZUYUKI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM, ITS MANUFACTURING METHOD, AND MAGNETIC RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium, its manufacturing method, and a magnetic recording/reproducing device that can enhance productive efficiency free from degrading a noise property.

SOLUTION: Between a non-magnetic substrate 1 and a soft magnetic ground film 4, an in-plane ground film 2 and an in-plane hard magnetic film 3 of which the easy axis is oriented mainly in the in-plane direction are formed. The in-plane ground film 2 consists of Cr or Cr alloy, and the in-plane hard magnetic film 3 consists of CoCrPtX system alloy as a principal component (where X is one kind or two kinds or more of components selected from B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, Ni, Mn, Ge, Si, O, and N).



1 : 非磁性基板
 2 : 面内下地膜
 3 : 面内硬磁性膜
 4 : 軟磁性下地膜
 5 : 記録層
 6 : 保護層
 7 : 下地膜
 8 : 被覆層

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Magnetic-recording data medium characterized by being what characterized by providing the following A soft magnetism substrate film which consists of soft magnetic materials at least on a nonmagnetic substrate An orientation control film which controls the stacking tendency of a film right above A perpendicular magnetic film in which an easy axis mainly carried out orientation perpendicularly to a substrate A protective coat is prepared and a substrate film within a field and a hard magnetism film within a field which an easy axis mainly turned to at field inboard are formed between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film. A substrate film within a field Consisting of Cr or a Cr alloy, a hard magnetism film within a field is a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N).

[Claim 2] Magnetic-recording data medium according to claim 1 characterized by a magnetization recovery factor of a soft magnetism substrate film being 0.85 or more.

[Claim 3] Magnetic-recording data medium according to claim 1 or 2 characterized by coercive force square shape ratio S^* of a hard magnetism film within a field being 0.6 or more.

[Claim 4] Coercive force H_c of a hard magnetism film within a field is magnetic-recording data medium given in any 1 term among claims 1-3 characterized by for saturation magnetization M_s being under 600 (memu/cm³) more than 200 (memu/cm³) more than 1000 (Oe), and thickness being 10nm or more and less than 100nm.

[Claim 5] It is magnetic-recording data medium given in any 1 term among claims 1-4 characterized by thickness of a soft magnetism substrate film being 50-200nm.

[Claim 6] A manufacture method of magnetic-recording data medium which forms a soft magnetism substrate film which is characterized by providing the following, and which consists of soft magnetic materials at least on a nonmagnetic substrate, an orientation control film which controls the stacking tendency of a film right above, a perpendicular magnetic film in which an easy axis mainly carried out orientation perpendicularly to a substrate, and a protective coat Between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film, it is a substrate film within a field. An easy axis shall carry out sequential formation of the hard magnetism film within a field which mainly turned to field inboard, and shall consist a substrate film within a field of Cr or a Cr alloy, and it is a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N) about a hard magnetism film within a field.

[Claim 7] Magnetic-recording data medium The magnetic head which carries out record playback of the information at this magnetic-recording data medium It is the magnetic recorder and reproducing device equipped with the above. Magnetic-recording data medium A soft magnetism substrate film which consists of soft magnetic materials at least on a nonmagnetic substrate, and an orientation control film which controls the stacking tendency of a film right above, A perpendicular magnetic film in which an easy axis mainly carried out orientation perpendicularly to a substrate, and a protective coat are prepared. Between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film A substrate film within a field and a hard magnetism film within a field with which an easy axis mainly turned to field inboard are formed. A substrate film within a field It consists of Cr or a Cr alloy, and a hard magnetism film within a field is characterized by being a thing containing a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N).

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to magnetic-recording data medium, its manufacture method, and the magnetic recorder and reproducing device that used this magnetic-recording data medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] Vertical-magnetic-recording data medium in which the easy axis in a magnetic film mainly carried out orientation perpendicularly to the substrate has the small effect of an anti-magnetic field in a bit boundary, even when high recording density is formed, and since a record magnetic domain with a clear boundary is formed, it attracts big attention from the ability of a heat fluctuation property and noise figure to be raised. In recent years, the soft magnetism substrate film (the so-called backing layer) which consists of soft magnetic materials is prepared between a substrate and a perpendicular magnetic film, and magnetic-recording data medium which raised the effectiveness of receipts and payments of the magnetic flux between the magnetic head and magnetic-recording data medium is proposed. Since coercive force is small and the magnetization direction tends to change, a soft magnetism substrate film forms a huge magnetic domain. The magnetic domain wall which is the boundary of this magnetic domain may cause spike noise generating. For this reason, preparing the hard magnetism film which consists of a hard magnetic material between a substrate and a soft magnetism substrate film, turning the magnetization direction of a soft magnetism substrate film to the substrate radial compulsorily, and preventing spike noise generating by formation of the above-mentioned magnetic domain by the magnetic switched connection of this hard magnetism film and a soft magnetism substrate film, is examined. There are some which were indicated by JP,5-277687,A as magnetic-recording data medium which prepared this hard magnetism film. The permanent magnet film within a field with which magnetic-recording data medium indicated by this official report becomes the bottom of a soft magnetism substrate film from a SmCo alloy or CoCrTa is prepared. As for the thickness of a soft magnetism substrate film, 25-200nm is illustrated. By this magnetic-recording data medium, this permanent magnet film within a field can protect the above-mentioned noise generating.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In manufacture of magnetic-recording data medium, a spatter is usually used for membrane formation. Since membrane formation speed is low compared with other membrane formation methods, a spatter is the way productive efficiency tends to become low. Although improvement in productive efficiency could be aimed at by forming a soft magnetism substrate film thinly by above-mentioned conventional magnetic-recording data medium, there was a problem on which the noise figure of obtained magnetic-recording data medium deteriorates in that case by the noise from the permanent magnet film within a field prepared in the bottom of a soft magnetism substrate film. This invention aims at offering magnetic-recording data medium which can raise productive efficiency, its manufacture method, and a magnetic recorder and reproducing device, without having been made in view of the above-mentioned situation, and degrading noise figure.

[0004]

[Means for Solving the Problem] It completed this invention for it being the cause that a noise to which it originates in a hard magnetism film that a problem of noise figure deterioration at the time of forming a soft magnetism substrate film thinly depends this invention person on a noise which produces a hard magnetism film as a cause, and noise figure deteriorates by thin film-ization of a soft magnetism substrate film since distance of the magnetic head and a hard magnetism film becomes small at the time of record playback increases based on a header and this knowledge. As for magnetic-recording data medium of this invention, a substrate film within a field and a hard magnetism film within a

field with which an easy axis mainly turned to field inboard are formed between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film. Namely, a substrate film within a field It consists of Cr or a Cr alloy, and a hard magnetism film within a field is characterized by being a thing containing a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N). As for a magnetization recovery factor of a soft magnetism substrate film, carrying out to 0.85 or more is desirable. As for coercive force square shape ratio S^* of a hard magnetism film within a field, it is desirable that it is 0.6 or more. It is desirable that saturation magnetization M_s is [the coercive force H_c of a hard magnetism film within a field] under 600 (memu/cm³) more than 200 (memu/cm³) more than 1000 (Oe), and thickness is 10nm or more and less than 100nm by magnetic-recording data medium of this invention. As for thickness of a soft magnetism substrate film, it is desirable to be referred to as 50-200nm. A manufacture method of magnetic-recording data medium of this invention between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film Prepare a substrate film within a field and a hard magnetism film within a field with which an easy axis was mainly suitable on it at field inboard is prepared. A substrate film within a field shall be consisted of Cr or a Cr alloy, and it is characterized by including a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N) for a hard magnetism film within a field. A magnetic recorder and reproducing device of this invention equips magnetic-recording data medium and this magnetic-recording data medium with the magnetic head which carries out record playback of the information. Magnetic-recording data medium between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film A substrate film within a field and a hard magnetism film within a field with which an easy axis mainly turned to field inboard are formed. A substrate film within a field It consists of Cr or a Cr alloy, and a hard magnetism film within a field is characterized by being a thing containing a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N).

[0005]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the 1st operation gestalt of this invention. The substrate film 2 within a field, the hard magnetism film 3 within a field, the soft magnetism substrate film 4, the orientation control film 5, the perpendicular magnetic film 6, a protective coat 7, and lubricating film 8 are formed one by one on the nonmagnetic substrate 1, and magnetic-recording data medium shown here is constituted. The aluminium alloy substrate which has the NiP plating film generally used as a substrate for magnetic-recording data medium as a substrate 1, glass substrates (crystallization glass, tempered glass, etc.), a ceramic substrate, a carbon substrate, a silicon substrate, and a silicon carbide substrate can be mentioned. Moreover, the substrate which formed the NiP film by plating, a spatter, etc. can be mentioned to these substrates. It is suitable for average-of-roughness-height R_a of the surface of a substrate 1 to be referred to as 0.01-2nm (preferably 0.05-1.5nm). Adsorption of the magnetic head to data medium and the magnetic-head vibration at the time of record playback become it easy to take place that surface average-of-roughness-height R_a is under this range. Moreover, a glide property will tend to become inadequate if surface average-of-roughness-height R_a crosses this range.

[0006] The substrate film 2 within a field is for raising the crystal stacking tendency of the hard magnetism film 3 within a field located right above, and Cr or Cr alloy is used. As an example of Cr alloy used for the substrate film 2 within a field, the alloy of a CrMo system, a CrTi system, a CrW system, a CrMo system, a CrV system, a CrSi system, and a CrNb system can be mentioned. As for the content of Cr in this Cr alloy, it is desirable to carry out to more than 60at% (preferably 75at(s)% more than). The crystal stacking tendency of the hard magnetism film 3 within a field deteriorates that this Cr content is under the above-mentioned range, and magnetic properties, such as coercive force, fall in the hard magnetism film 3 within a field. It is suitable for the thickness of this substrate film 2 within a field to be referred to as 1-100nm (preferably 2-50nm).

[0007] The hard magnetism film 3 within a field is for suppressing the magnetic-domain formation in the soft magnetism substrate film 4, and preventing spike noise generating, and is a magnetic film in which the easy axis mainly carried out orientation to field inboard (direction along a substrate side). In magnetic-recording data medium of this operation gestalt, the hard magnetism film 3 within a field contains a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N). It is desirable that it is what uses a CoCrPtX system alloy as a principal component especially. In addition, a principal component means that the component concerned is included exceeding 50at(s)%. As this CoCrPtX system alloy, it is desirable to use a CoCrPtB system alloy, a CoCrPtTa system alloy, and a CoCrPtBCu system alloy.

[0008] It is desirable to use for the hard magnetism film 3 within a field CoCrPtX which a 0.5-10at% implication and the remainder become 10 - 26at% about Cr, and become from Co substantially about X 1 - 16at% in Pt. Under in the above-mentioned range, the thing with desirable making content of Cr into the above-mentioned range is for coercive force H_c to decline, when Cr [content / this] segregation in a magnetic film stops being able to happen easily,

distributing [of a magnetic particle] becomes inadequate, a noise increases and the above-mentioned range is crossed. The thing with desirable making content of Pt into the above-mentioned range is because there is orientation for a noise to become large, when coercive force H_c becomes [this content] low under in the above-mentioned range and the above-mentioned range is crossed. The thing with desirable making content of X into the above-mentioned range is because coercive force H_c will become low if a noise tends to increase under in the above-mentioned range and this content crosses the above-mentioned range.

[0009] As for coercive force square shape ratio S^* of the hard magnetism film 3 within a field, it is desirable to carry out to 0.6 (0.7 or more [Preferably]) or more. If coercive force square shape ratio S^* is less than the above-mentioned range, the magnetization recovery factor of the soft magnetism substrate film 4 will fall.

[0010] It is suitable for the coercive force H_c of the hard magnetism film 3 within a field to carry out to more than 1000 (Oe) (preferably more than 2000 (Oe)). It becomes easy to carry out flux reversal of the hard magnetism film 3 within a field by the external magnetic field to this coercive force H_c being under the above-mentioned range, and a spike noise increases. It is suitable for the saturation magnetization M_s of the hard magnetism film 3 within a field to consider as three or more 200 memu/cm and less than (preferably 300 - 500 memu/cm³) three 600 memu/cm. The joint magnetic field of the soft magnetism substrate film 4 and the hard magnetism film 3 within a field becomes it small that this saturation magnetization M_s is under the above-mentioned range, and it becomes easy to generate a spike noise. Moreover, the noise by the magnetization fluctuation by the side of the surface of the soft magnetism substrate film 4 increases. Moreover, if saturation magnetization M_s crosses the above-mentioned range, the noise which makes a generation source this hard magnetism film 3 within a field will increase. As for the thickness of the hard magnetism film 3 within a field, it is desirable to be referred to as 10nm or more and less than (preferably 45-80nm) 100nm. The joint magnetic field of the soft magnetism substrate film 4 and the hard magnetism film 3 within a field becomes it small that this thickness is under the above-mentioned range, and it becomes easy to generate a spike noise. Moreover, if thickness crosses the above-mentioned range, the noise which makes a generation source this hard magnetism film 3 within a field will increase.

[0011] Since magnetization of the perpendicular magnetic film 6 which records information is more firmly fixed in the direction perpendicular to a substrate 1, the soft magnetism substrate film 4 is formed. as the soft magnetic materials which constitute the soft magnetism substrate film 4 -- Fe -- more than 60at% -- Fe alloy to contain can be used. As this material, FeCo system alloys (FeCo, FeCoV, etc.), FeNi system alloys (FeNi, FeNiMo, FeNiCr, FeNiSi, etc.), FeAl system alloys (FeAl, FeAlSi, FeAlSiCr, FeAlSiTiRu, etc.), FeCr system alloys (FeCr, FeCrTi, FeCrCu, etc.), FeTa system alloys (FeTa, FeTaC, etc.), a FeC system alloy, a FeN system alloy, a FeSi system alloy, a FeP system alloy, a FeNb system alloy, and a FeHf system alloy can be mentioned. The soft magnetism substrate film 4 can be made into the structure of having the fine crystal which consists of FeAlO, FeMgO, FeTaN, FeZrN, etc. Moreover, this fine crystal can also consider as the granular structure distributed in the matrix. the soft magnetism substrate film 4 -- Co -- more than 80at% -- Co alloy which contains and contains at least one or more sorts in Zr, Nb, Ta, Cr, Mo, etc. can also be used. For example, CoZr, CoZrNb, CoZrTa, CoZrCr, CoZrMo, etc. can be mentioned as a suitable thing. Moreover, the soft magnetism substrate film 4 shall consist of an alloy which makes amorphous structure.

[0012] As for the magnetization recovery factor of the soft magnetism substrate film 4, it is desirable to set or more to 0.85 (0.9 or more [Preferably]). If this magnetization recovery factor is less than the above-mentioned range, the noise resulting from the magnetic-domain formation in the soft magnetism substrate film 4 will increase. Hereafter, this magnetization recovery factor is explained. As shown in drawing 2, in a hysteresis curve (MH curve), the magnetization in the location b where an external magnetic field becomes 0 in the process in which an external magnetic field is decreased is made into M_m^+ from the condition (location shown with Sign a) with which magnetization was saturated. If an external magnetic field is decreased further, in the location shown in Sign c, the magnetization percentage reduction of the soft magnetism substrate film 4 will become large, and magnetization of the soft magnetism substrate film 4 will be completely reversed in the location shown in Sign d (flux reversal location). In this location, magnetization of the hard magnetism film 3 within a field is not yet reversed. The magnetization at the time (location shown with Sign e) of making it increase until an external magnetic field is set to 0 from this condition is made into M_m^- . The above-mentioned magnetization recovery factor can be expressed with M_m^-/M_m^+ . Moreover, in the case of measurement of a magnetization recovery factor, the flux reversal location d can be considered to be the location where an external magnetic field becomes -100 (Oe), an external magnetic field can be decreased from the magnetization saturation location a to -100 (Oe), and the method of defining M_m^- and M_m^+ can be taken by subsequently making an external magnetic field increase to 0 (Oe).

[0013] As for the soft magnetism substrate film 4, it is desirable that the saturation magnetic flux density B_s is more than 1T (T or more [Preferably 1.4]). Control of a playback wave will need to become it difficult that saturation

magnetic flux density B_s is under the above-mentioned range, it will be necessary to thicken a film, and decline in productive efficiency will be caused. As for the coercive force of the soft magnetism substrate film 4, it is desirable to carry out to below 200 (Oe) (15.8×10^3 A/m). If coercive force crosses the above-mentioned range, the effectiveness of receipts and payments of the magnetic flux in the closed magnetic circuit formed between the magnetic head and the soft magnetism substrate film 4 will fall, and a recording characteristic will deteriorate.

[0014] Thickness of the soft magnetism substrate film 4 can be set to 50-200nm. The effectiveness of receipts and payments of the magnetic flux in the closed magnetic circuit formed between the magnetic head and the soft magnetism substrate film 4 as this thickness is under the above-mentioned range falls, and a recording characteristic deteriorates. Moreover, if thickness crosses the above-mentioned range, membrane formation will come to take long duration and decline in productive efficiency will be caused. The thickness of the soft magnetism substrate film 4 can also be suitably set up according to the saturation magnetic flux density of the material which constitutes the soft magnetism substrate film 4. That is, it is desirable to make into 50 or more (preferably 100 or more T-nm) T-nm $B_s \cdot t$ which is the product of the saturation magnetic flux density B_s of the material which constitutes a soft magnetism substrate film, and the thickness t of the soft magnetism substrate film 4. The effectiveness of receipts and payments of the magnetic flux in the closed magnetic circuit formed between the magnetic head and the soft magnetism substrate film 4 as this $B_s \cdot t$ is under the above-mentioned range falls, and a recording characteristic deteriorates. As for $B_s \cdot t$, it is more desirable to consider as 100 - 300 T-nm. In setting $B_s \cdot t$ as the value exceeding the above-mentioned range, it is necessary to form a film thickly and productivity falls.

[0015] In the surface (field by the side of the orientation control film 5), a component can consider the soft magnetism substrate film 4 as the configuration which oxidized partially or completely. As for the thickness of this oxidation portion (oxidizing zone), it is desirable to be referred to as 0.1nm or more less than 3nm. The condition that the soft magnetism substrate film 4 oxidized can be checked by Auger electron spectroscopy, the SIMS method, etc. Moreover, it can ask for the thickness of the oxidation portion (oxidizing zone) of the soft magnetism substrate film 4 surface with the transmission electron microscope (TEM) photograph of for example, a data-medium cross section.

[0016] The orientation control film 5 is a film prepared in order to control the stacking tendency and the diameter of crystal grain of the perpendicular magnetic film 6 which are located right above. As a material of the orientation control film 5, what takes hcp structure or fcc structure can be illustrated. one sort chosen from from among Ti, Zn, Y, Zr, Ru, Re, Gd, Tb, and Hf as a material which takes hcp structure, or two sorts or more -- more than 50at% -- what is contained can be illustrated. As an example, RuCr, HfB, HfCo, HfCr, ErC, Ru-SiO₂, Hf-SiO₂, and Hf-aluminum 2O₃ can be mentioned. one sort chosen from from among nickel, Cu, Pd, Ag, Pt, Ir, Au, and aluminum as a material which takes fcc structure, or two sorts or more -- more than 50at% -- what is contained can be illustrated. As an example, NiCrN, PdB, PdCr, AgCo, Ir-SiO₂, and aluminum-aluminum 2O₃ can be mentioned.

[0017] It is suitable for the thickness of the orientation control film 5 to be referred to as 100nm or less (preferably 50nm or less). If this thickness crosses the above-mentioned range, the particle size of crystal grain will become large within the orientation control film 5, and it will become easy to make the magnetic particle in the perpendicular magnetic film 6 big and rough. Moreover, since the distance of the magnetic head and the soft magnetism substrate film 4 at the time of record playback becomes large, the resolution of a regenerative signal falls and noise figure deteriorates, it is not desirable. Since the crystal stacking tendency of the perpendicular magnetic film 6 will deteriorate and record reproducing characteristics will deteriorate if too thin, as for the orientation control film 5, it is desirable to form so that thickness may be set to 2nm or more.

[0018] The perpendicular magnetic film 6 is a magnetic film in which the easy axis mainly carried out orientation perpendicularly to the substrate, and it is desirable to use Co alloy for this perpendicular magnetic film 6. A CoCrPt alloy and a CoPt alloy can be illustrated as a Co alloy. Moreover, the alloy which added at least one sort of elements chosen as these alloys from Ta, Zr, Nb, Cu, Re, Ru, V, nickel, Mn, germanium, Si, B, O, N, etc. can be used. Moreover, rare-earth-elements alloys, such as the material which takes amorphous structure, for example, a TbFeCo system alloy etc., can also be used for the perpendicular magnetic film 6. The perpendicular magnetic film 6 can also be made into monolayer structure uniform in the thickness direction, and can also be made into the multilayer structure which carried out the laminating of the layer which consists of transition metals (Co, Co alloy), and the layer which consists of noble metals (Pt, Pd, etc.). Co can also be used for a transition-metals layer and Co alloys, such as a CoCrPt system alloy and a CoPt system alloy, can also be used for it.

[0019] Although what is necessary is just to optimize suitably with the playback output made into the purpose, since problems, such as aggravation of noise figure and a fall of resolution, tend to arise in being too thick in the case of which [of a monolayer structured type and a multilayer-structure mold], it is suitable for the thickness of the perpendicular magnetic film 6 to set thickness to 100nm or less (preferably 3-100nm). Moreover, as for the reverse

magnetic-domain nucleation magnetic field (- Hn) of the perpendicular magnetic film 4, it is desirable to carry out to more than 0 (Oe). Heat fluctuation resistance falls that a reverse magnetic-domain nucleation magnetic field (- Hn) is under the above-mentioned range. A reverse magnetic-domain nucleation magnetic field (- Hn) is the process in which an external magnetic field is decreased from the condition with which magnetization was saturated, and is a numeric value expressed with the distance (Oe) from the point (for example, location shown with Sign b in drawing 2) that an external magnetic field is set to 0 to the point (for example, location shown with Sign c in drawing 2) that magnetization percentage reduction becomes large suddenly in a hysteresis curve (MH curve). In addition, a reverse magnetic-domain nucleation magnetic field (- Hn) takes a positive value, when the point that magnetization percentage reduction becomes large suddenly is in the field to which an external magnetic field serves as negative, and when this point is in reverse to the field to which an external magnetic field serves as positive, it takes a negative value.

[0020] A protective coat 7 is for preventing damage on the surface of data medium, when the magnetic head contacts data medium, and securing the lubricating properties between the magnetic head and data medium, and can use a well-known material conventionally while it prevents the corrosion of the perpendicular magnetic film 6. For example, what makes a principal component the single presentation of C, SiO₂, and ZrO₂ or these, and contains other elements is usable. As for the thickness of a protective coat 7, it is desirable to consider as the range of 1-10nm.

[0021] Well-known lubricant, such as a perfluoro polyether, fluorination alcohol, and a fluorination carboxylic acid, can be used for lubricating film 8. The class and thickness can be suitably set up according to the property of the protective coat used or lubricant.

[0022] In order to manufacture magnetic-recording data medium of the above-mentioned configuration, on the substrate 1 shown in drawing 1 , the substrate film 2 within a field, the hard magnetism film 3 within a field, and the soft magnetism substrate film 4 are formed by a spatter etc., oxidation treatment is performed to the surface of this soft magnetism substrate film 4 if needed, and, subsequently the orientation control film 5, the perpendicular magnetic film 6, and a protective coat 7 are formed by a spatter etc. one by one. Subsequently, lubricating film 8 is formed with a DIP coating method, a spin coat method, etc. When performing oxidation treatment to the surface of the soft magnetism substrate film 4, the method of putting the soft magnetism substrate film 4 to oxygen content gas, after forming the soft magnetism substrate film 4, and the method of introducing oxygen into process gas, in case the portion near the surface of the soft magnetism substrate film 4 is formed can be taken. Crystal grain of the orientation control film 5 which suppresses the magnetic fluctuation of the surface of the soft magnetism substrate film 4, and is formed on the soft magnetism substrate film 4 of scaling of this soft magnetism substrate film 4 can be made detailed, and the improvement effect of noise figure can be acquired. Moreover, by the oxidation portion (oxidizing zone) of the soft magnetism substrate film 4 surface, it can suppress that the staining substance from the soft magnetism substrate film 4 moves to the data-medium surface, and generating of the corrosion on the surface of data medium can be prevented.

[0023] The spatter using the carbon target as the formation method of a protective coat 7, and a CVD method and the ion beam method can be used. Since the protective coat 7 with a very high degree of hardness can be formed when using a CVD method and the ion beam method, compared with the protective coat formed of the spatter, it becomes possible to make it thin sharply. Therefore, the spacing loss at the time of record playback can be made small, and record playback of high density can be performed.

[0024] By magnetic-recording data medium of this operation gestalt, since the substrate film 2 within a field and the hard magnetism film 3 within a field are formed between the nonmagnetic substrate 1 and the soft magnetism substrate film 4, magnetic switched connection can be made to be able to form between the hard magnetism film 3 within a field, and the soft magnetism substrate film 4, and the magnetization direction of the soft magnetism substrate film 4 can be compulsorily turned to the substrate radial. For this reason, in the soft magnetism substrate film 4, a magnetic domain is made not to be formed, and spike noise generating can be prevented.

[0025] For this magnetic-recording data medium, the hard magnetism film 3 within a field is a CoCrPtX system alloy (X). Since one sort chosen from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N or two sorts or more are included While making good the crystal stacking tendency of the field inboard in the hard magnetism film 3 within a field compared with elegance conventionally which has the hard magnetism film which consists of a SmCo alloy, detailed-ization of a magnetic particle can be attained. For this reason, noise generating which considers the hard magnetism film 3 within a field as a cause can be suppressed low. Moreover, since the substrate film 2 within a field was formed, while raising further the crystal stacking tendency of the field inboard of the hard magnetism film 3 within a field, a magnetic particle can be further made detailed. For this reason, a noise can be reduced further. Therefore, even when the soft magnetism substrate film 4 is formed thinly, the increment in a noise can be suppressed. Therefore, by thin-film-izing the soft magnetism substrate film 4, productive efficiency can be raised and the noise figure which was moreover excellent can be obtained.

[0026] Moreover, according to the above-mentioned manufacture method, since the substrate film 2 within a field and the hard magnetism film 3 within a field are formed between the nonmagnetic substrate 1 and the soft magnetism substrate film 4, the noise which considers the hard magnetism film 3 within a field as a cause can be stopped. Therefore, by thin-film-izing the soft magnetism substrate film 4, productive efficiency can be raised and the noise figure which was moreover excellent can be obtained.

[0027] Drawing 3 shows the 2nd operation gestalt of magnetic-recording data medium of this invention. Magnetic-recording data medium shown here differs from magnetic-recording data medium shown in drawing 1 with the point that the seed film 9 is formed between the nonmagnetic substrate 1 and the substrate film 2 within a field. The seed film 9 is for raising the crystal stacking tendency of the substrate film 2 within a field formed right above, and what uses one sort or two sorts or more in NiAl, FeAl, CoFe, CoZr, NiTi, AlCo, AlRu, CoTi, and CrTa as a principal component can be used for it as the material. With this operation gestalt, by forming the seed film 9, the crystal stacking tendency of the substrate film 2 within a field and the hard magnetism film 3 within a field can be raised, and a data-medium noise can be stopped still lower.

[0028] Drawing 4 shows the 3rd operation gestalt of magnetic-recording data medium of this invention. Magnetic-recording data medium shown here differs from magnetic-recording data medium shown in drawing 1 with the point that the interlayer 10 within a field is formed between the substrate film 2 within a field, and the hard magnetism film 3 within a field. The interlayer 10 within a field is for raising the crystal stacking tendency of the hard magnetism film 3 within a field, and nonmagnetic Co alloy can be used for it as the material. The alloy which added to Co one sort or two sorts or more of elements chosen from Cr, Ta, Zr, Nb, Cu, Re, Ru, nickel, Mn, germanium, Si, O, N, and B as this Co alloy can be used. It is desirable to use a CoCr alloy even especially in inside. As for the thickness of the interlayer 10 within a field, it is desirable to be referred to as 1-20nm. With this operation gestalt, by forming the interlayer 10 within a field, a stacking tendency can be raised in the hard magnetism film 3 within a field, and magnetic properties, such as the coercive force Hc in the hard magnetism film 3 within a field, can be raised.

[0029] Drawing 5 shows the 4th operation gestalt of magnetic-recording data medium of this invention. By magnetic-recording data medium shown here, it differs from magnetic-recording data medium shown in drawing 1 with the point that the orientation control substrate film 11 is formed between the soft magnetism substrate film 4 and the orientation control film 5. The orientation control substrate film 11 is for raising the crystal stacking tendency of the orientation control film 5, and it is desirable to use what makes B-2 structure as the material. As this material, what uses one sort or two sorts or more of alloys as a principal component among NiAl, FeAl, CoFe, CoZr, NiTi, AlCo, AlRu, and CoTi can be used. Moreover, the material which added elements, such as Cr, Mo, Si, Mn, W, Nb, Ti, Zr, B, O, and N, can also be used for these alloys. As for the thickness of the orientation control substrate film 11, it is desirable to be referred to as 30nm or less. If this thickness crosses the above-mentioned range, the distance of the perpendicular magnetic film 6 and the soft magnetism substrate film 4 will become large, resolution will fall, and noise figure will deteriorate. As for the thickness of the orientation control substrate film 11, it is desirable to be referred to as 0.1nm or more. With this operation gestalt, by forming the orientation control substrate film 11, the stacking tendency of the orientation control film 5 and the perpendicular magnetic film 6 can be raised, and magnetic properties, such as coercive force Hc, can be raised in the perpendicular magnetic film 6.

[0030] Drawing 6 shows the 5th operation gestalt of magnetic-recording data medium of this invention. By magnetic-recording data medium shown here, it differs from magnetic-recording data medium shown in drawing 1 with the point that the nonmagnetic interlayer 12 is formed between the orientation control film 5 and the perpendicular magnetic film 6. The nonmagnetic interlayer 12 is for raising the crystal stacking tendency of the perpendicular magnetic film 6, and nonmagnetic Co alloy can be used for it as the material. The alloy which added to Co one sort or two sorts or more of elements chosen from Cr, Ta, Zr, Nb, Cu, Re, Ru, nickel, Mn, germanium, Si, O, N, and B as this Co alloy can be used. It is desirable to use a CoCr alloy even especially in inside. Since resolution will fall and noise figure will get worse when the distance of the perpendicular magnetic film 6 and the soft magnetism substrate film 4 becomes large if too thick, as for the nonmagnetic interlayer 12, it is desirable to be referred to as 20nm or less, and it is more desirable to be referred to as 10nm or less. With this operation gestalt, by forming the nonmagnetic interlayer 12, the stacking tendency of the perpendicular magnetic film 6 can be raised, and magnetic properties, such as coercive force Hc, can be raised.

[0031] Drawing 7 shows the 6th operation gestalt of magnetic-recording data medium of this invention. By magnetic-recording data medium shown here, it differs from magnetic-recording data medium shown in drawing 1 with the point that the magnetization stability film 13 is formed between the perpendicular magnetic film 6 and the protective coat 7. What was illustrated as a material of the magnetization stability film 13 as a material which can be used for the soft magnetism substrate film 4 can be used. As for the coercive force Hc of the magnetization stability film 13, it is desirable to carry out to below 200 (Oe) (preferably below 50 (Oe)). As for the saturation magnetic flux density Bs of

the magnetization stability film 13, it is desirable to carry out to more than 0.4T (T or more [Preferably 1]). moreover, saturation-magnetic-flux-density thickness product Bs-t of the magnetization stability film 13 is 7.2 or less T-nm -- it is desirable. If this Bs-t crosses the above-mentioned range, a playback output will decline.

[0032] The magnetization stability film 13 can be considered as the configuration in which the component has oxidized partially or completely in the surface. That is, in the surface (field by the side of a protective coat 7 or the perpendicular magnetic film 6) of the magnetization stability film 13, and its near (field of the depth predetermined [the surface to]), it can consider as the configuration in which the component oxidized partially or on the whole.

[0033] With this operation gestalt, fluctuation of the magnetization in the surface of the perpendicular magnetic film 6 can be suppressed by forming the magnetization stability film 13. For this reason, leakage flux stops influencing of fluctuation, and a playback output increases. Moreover, by forming the magnetization stability film 13, magnetization of the perpendicular direction of the perpendicular magnetic film 6 and magnetization of the field inboard of the soft magnetism substrate film 4 and the magnetization stability film 13 come to form a closed circuit. Since magnetization of the perpendicular magnetic film 6 is more firmly fixed perpendicularly by this operation, heat fluctuation resistance improves according to it. Moreover, since the magnetic fluctuation of the surface of the magnetization stability film 13 can be suppressed when considering as the configuration in which the surface of the magnetization stability film 13 oxidized, the noise resulting from this magnetic fluctuation can be reduced, and the record reproducing characteristics of magnetic-recording data medium can be improved.

[0034] Drawing 8 is the cross-section block diagram showing an example of the magnetic recorder and reproducing device concerning this invention. The magnetic recorder and reproducing device shown in this drawing is equipped with the data-medium mechanical component 21 which carries out the rotation drive of magnetic-recording data medium 20 and this magnetic-recording data medium 20 of the above-mentioned configuration, the magnetic head 22 which performs informational record playback to magnetic-recording data medium 20, the head mechanical component 23 which makes the magnetic head 22 drive, and the record regenerative-signal processor 24. The record regenerative-signal system 24 processes the inputted data, a record signal can be sent to the magnetic head 22, or can process the regenerative signal from the magnetic head 22, and can output data now.

[0035] As the magnetic head 22, it is desirable to use a single magnetic pole arm head. Drawing 9 shows an example of a single magnetic pole arm head, and the outline configuration of the single magnetic pole arm head 22 is carried out from the magnetic pole 25 and the coil 26. A magnetic pole 25 is formed in the shape of [which has the main pole 27 with narrow width of face, and the broad auxiliary magnetic pole 28] a side view abbreviation KO character, and the main pole 27 can generate the magnetic field impressed to the perpendicular magnetic film 6 at the time of record, and it can detect now the magnetic flux from the perpendicular magnetic film 6 at the time of playback.

[0036] In case record to magnetic-recording data medium 20 is performed using the single magnetic pole arm head 22, the magnetic flux emitted from the tip of the main pole 27 makes the perpendicular magnetic film 6 magnetize in the perpendicular direction to a substrate 1. Under the present circumstances, since the soft magnetism substrate film 4 is formed in magnetic-recording data medium 20, the magnetic flux from the main pole 27 of the single magnetic pole arm head 22 is led to the auxiliary magnetic pole 28 through the perpendicular magnetic film 6 and the soft magnetism substrate film 4, and forms a closed magnetic circuit. By forming this closed magnetic circuit between the single magnetic pole arm head 22 and magnetic-recording data medium 20, record playback of the increase of the effectiveness of receipts and payments of magnetic flux and high density is attained. Moreover, in this invention, the compound-die thin film magnetic-recording arm head which equipped with the huge magnetic-reluctance (GMR) element, the things, for example, the playback section, other than a single magnetic pole arm head, can also be used as the magnetic head.

[0037] Since magnetic-recording data medium 20 is considered as the configuration which formed the substrate film 2 within a field, and the hard magnetism film 3 within a field between the nonmagnetic substrate 1 and the soft magnetism substrate film 4, the magnetic recorder and reproducing device of this operation gestalt can stop the noise which considers the hard magnetism film 3 within a field as a cause. Therefore, by thin-film-izing the soft magnetism substrate film 4, productive efficiency can be raised and the noise figure which was moreover excellent can be obtained. Therefore, record playback of high density is attained.

[0038]
[Example] Hereafter, an example is shown and the operation effect of this invention is clarified.

The glass substrate [finishing / washing] 1 (made in Ohara, outer diameter of 2.5 inches) is held in the membrane formation chamber of DC magnetron sputtering equipment (product C-3010 made from Anelva). (Example 1) After exhausting the inside of a membrane formation chamber until it becomes a 1x10 to 5 Pa ultimate vacuum, The seed film 9 (50nm in thickness) which consists of 50nickel50aluminum on this glass substrate 1, The substrate film 2 (15nm in

thickness) within a field which consists of $94\text{Cr}(s)6\text{Mo}$, the hard magnetism film 3 (50nm in thickness) within a field which consists of $61\text{Co}22\text{Cr}12\text{Pt}5\text{B}$, and the soft magnetism substrate film 4 (150nm in thickness) which consists of $92\text{Co}4\text{Ta}4\text{Zr}$ were formed. It checked that Bs of the soft magnetism substrate film 4 was 1.3T as a result of the measurement using an oscillating-type magnetic-properties measuring device (VSM). When the static magnetism property of the soft magnetism substrate film 4 was measured using the Kerr effect measuring device, the 4570(Oe) reverse magnetic-domain nucleation magnetic field ($-H_n$) of coercive force was 750 (Oe). At the time of the above-mentioned membrane formation, gas pressure was set as 0.5Pa, using an argon as process gas. Moreover, the temperature conditions at the time of membrane formation were made into 200 degrees C. Subsequently, the protective coat 7 which consists of carbon using a CVD method was formed. Subsequently, the lubricating film 8 which consists of a perfluoro polyether with a DIP coating method was formed, and magnetic-recording data medium was obtained (see the table 1). In addition, in the publication of the above-mentioned charge of an alloy, aAbB shows a(at%) A-b(at%) B. For example, $61\text{Co}(es)22\text{Cr}12\text{Pt}5\text{B}$ means 61at%Co-22at%Cr-12at%Pt-5at%B (Co content 61at% and Cr content 22at% and Pt content 12at% and B content 5at%).

[0039] (Example 1 of a comparison) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except using what is shown in a table 1 as a material of the hard magnetism film 3 within a field (see the table 1).

[0040] (Example 2 of a comparison) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except using what is shown in a table 1 as a material of the substrate film 2 within a field (see the table 1).

[0041] (Example 3 of a comparison) The seed film 9 and the substrate film 2 within a field were not formed, but magnetic-recording data medium was produced according to the example 1 except using SmCo for the hard magnetism film 3 within a field (see the table 1).

[0042] (Example 4 of a comparison) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except not forming the seed film 9, the substrate film 2 within a field, and the hard magnetism film 3 within a field (see the table 1).

[0043] (Example 2) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except having formed the orientation control substrate film 11 (8nm in thickness) which consists of 50nickel50aluminum, the orientation control film 5 (10nm in thickness) which consists of Ru, and the perpendicular magnetic film 6 (25nm in thickness) which consists of a $65\text{Co}17\text{Cr}16\text{Pt}2\text{B}$ on the soft magnetism substrate film 4 (see the table 2). The diameter of average crystal grain in the perpendicular magnetic film 6 was 9nm as a result of the observation using a transmission electron microscope (TEM).

[0044] (Example 5 of a comparison) According to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except using what is shown in a table 2 as a material of the hard magnetism film 3 within a field (see the table 2).

[0045] (Example 6 of a comparison) According to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except using what is shown in a table 2 as a material of the substrate film 2 within a field (see the table 2).

[0046] (Example 7 of a comparison) The seed film 9 and the substrate film 2 within a field were not formed, but magnetic-recording data medium was produced according to the example 2 except using SmCo for the hard magnetism film 3 within a field (see the table 2).

[0047] (Example 8 of a comparison) According to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except not forming the seed film 9, the substrate film 2 within a field, and the hard magnetism film 3 within a field (see the table 2).

[0048] (Examples 3-14) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except using for the hard magnetism film 3 within a field the material shown in a table 3 (see the table 3).

[0049] (Examples 15 and 16) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except carrying out as the magnetization recovery factor of the soft magnetism substrate film 4 is shown in a table 4 (see the table 4).

[0050] (Examples 17 and 18) According to the example 1, magnetic-recording data medium was produced except carrying out as coercive force square shape ratio S^* of the hard magnetism film 3 within a field is shown in a table 5 (see the table 5).

[0051] (Examples 19-28) According to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except carrying out as the material and thickness of the soft magnetism substrate film 4 are shown in a table 6 (see the table 6).

[0052] (Examples 29-40) According to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except carrying out as the material and thickness of the orientation control substrate film 11 and the orientation control film 5 are shown in a table 7 (see the table 7).

[0053] (Examples 41-49) According to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except carrying out as the material and thickness of the perpendicular magnetic film 6 are shown in a table 8 (see the table 8).

[0054] (Examples 50-53) By putting the surface of the soft magnetism substrate film 4 to oxygen content gas (exposure gas), magnetic-recording data medium was produced according to the example 2 except performing oxidation treatment on the soft magnetism substrate film 4. As exposure gas, pure oxygen (100%O₂) or oxygen argon mixed gas (mixing ratio: 50vol%O₂-50vol%Ar) was used. The thickness of the oxidizing zone formed in the surface of the soft magnetism substrate film 4 of the configuration and the above-mentioned exposure of this magnetic-recording data medium is shown in a table 9.

[0055] (Example 54) When forming the soft magnetism substrate film 4, according to the example 2, magnetic-recording data medium was produced except using Ar (100%) and subsequently using oxygen argon mixed gas (mixing ratio: 10vol%O₂-90vol%Ar) as process gas (membrane formation gas). Of use of oxygen argon mixed gas, the oxidizing zone was formed near the surface of the soft magnetism substrate film 4. The thickness of this oxidizing zone is collectively shown in a table 9.

[0056] (Examples 55-62) The nonmagnetic interlayer 12 was formed and magnetic-recording data medium was produced according to the example 2 except carrying out as the material and thickness of this nonmagnetic interlayer 12 are shown in a table 10 (see the table 10).

[0057] (Examples 63-67) The magnetization stability film 13 was formed and magnetic-recording data medium was produced according to the example 2 except carrying out as the material and thickness of this magnetization stability film 13 are shown in a table 11 (see the table 11).

[0058] (Examples 68-70) By changing the temperature conditions at the time of forming the hard magnetism film 3 within a field, magnetic-recording data medium was produced according to the example 1 except changing the coercive force of the hard magnetism film 3 within a field (see the table 12).

[0059] The magnetic properties of each magnetic-recording data medium were measured using the oscillating-type magnetic-properties measuring device (VSM), the read/write analyzer RWA1632 made from GUZIK, and spin stand S1701MP. A measurement result is shown in tables 1-12. After evaluation of heat fluctuation resistance heated the substrate at 70 degrees C and wrote in in track-recording-density 50kFCI, it computed the decreasing rate (%/decade) of the output to the playback output 1 second after after writing based on $x(\text{So}-\text{S})100/(\text{Sox}^3)$. In this formula, So shows the playback output at the time of after [signal record] 1-second progress to magnetic-recording data medium, and S shows a playback output 1000 seconds after.

[0060]

[A table 1]

| | ソフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsmV) | スパイク ノイズ |
|------|------|----|-----------|----|--------------|----|------------|-----|----------------------|-------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | なし |
| 比較例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co20Pt | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.1224 | なし |
| 比較例2 | NiAl | 50 | V | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0885 | なし |
| 比較例3 | - | - | - | - | SmCo | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.1826 | なし |
| 比較例4 | - | - | - | - | - | - | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0312 | あり |

(厚さの単位はnm)

[0061]

[A table 2]

| | ソフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 配向制御 下地膜 | | 配向 制御膜 | | 垂直磁性膜 | | 記録再 生特性 エラー 10-X | スパイク ノイズ |
|------|------|----|-----------|----|--------------|----|------------|-----|-------------|----|-----------|----|----------------|----|---------------------------|-------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -6.3 | なし |
| 比較例5 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co20Pt | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -3.5 | なし |
| 比較例6 | NiAl | 50 | V | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -4.1 | なし |
| 比較例7 | - | - | - | - | SmCo | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -3.2 | なし |
| 比較例8 | - | - | - | - | - | - | 92Co4Ta4Zr | 150 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -2.1 | あり |

(厚さの単位はnm)

[0062]

[A table 3]

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsmV) | スパイク ノイズ | |
|-------|------|----|-------|----|----------------|-----|--------|------------|----------------------|-------------|----|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例3 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 320 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | なし |
| 実施例4 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co18Cr8Pt5B | 50 | 385 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0424 | なし |
| 実施例5 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co21Cr10Pt3Ta | 50 | 340 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0436 | なし |
| 実施例6 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co20Cr8Pt3B3Cu | 50 | 320 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0382 | なし |
| 実施例7 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 5 | 300 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0331 | 乳剤 |
| 実施例8 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 15 | 310 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0335 | なし |
| 実施例9 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 95 | 330 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0499 | なし |
| 実施例10 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 120 | 350 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0801 | なし |
| 実施例11 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co14Cr8Pt2Ta | 50 | 550 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0512 | なし |
| 実施例12 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co10Cr10Pt2Ta | 50 | 750 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0955 | なし |
| 実施例13 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co25Cr12Pt4B | 50 | 190 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0335 | 乳剤 |
| 実施例14 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co24Cr13Pt4B | 50 | 220 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0329 | なし |

(厚さの単位はnm)

[0063]

[A table 4]

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsmV) | 磁化 回復 率 (%) | スパイク ノイズ |
|-------|------|----|-------|----|--------------|----|------------|-----|----------------------|----------------------|-------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | 0.95 | なし |
| 実施例15 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0338 | 0.87 | なし |
| 実施例16 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0339 | 0.80 | 乳剤 |

磁化回復率：軟磁性下地膜の磁化回復率

(厚さの単位はnm)

[0064]

[A table 5]

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsmV) | 保磁力 角型比 S* (-) | スパイク ノイズ |
|-------|------|----|-------|----|--------------|----|------------|-----|----------------------|-------------------------|-------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | 0.75 | なし |
| 実施例17 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0338 | 0.63 | なし |
| 実施例18 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0331 | 0.55 | 乳剤 |

保磁力角型比S*：面内硬磁性膜の保磁力角型比S*

(厚さの単位はnm)

[0065]

[A table 6]

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | | 垂直磁性膜 | 記録再生特性 I _{ラ-レ} T 10-X | ガ ^ラ イ ^ラ |
|-------|------|----|-------|----|--------------|----|---------------------------|-----|-----------------------|---------|----|-------|----|-------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例19 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 88Co4Ta8Zr | 150 | 1.0 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.1 | なし |
| 実施例20 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 85Co7Ta8Zr | 150 | 0.8 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -5.1 | なし |
| 実施例21 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 80Fe10Ta10C | 150 | 1.6 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.1 | なし |
| 実施例22 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 82Fe6Zr12N | 150 | 1.7 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例23 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 78Fe22(SiO ₂) | 150 | 1.4 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.2 | なし |
| 実施例24 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 40 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -4.6 | なし |
| 実施例25 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 60 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -5.8 | なし |
| 実施例26 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 105 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例27 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 210 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 | なし |
| 実施例28 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 400 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.1 | なし |

*1: 垂直磁性膜; 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

(厚さの単位はnm)

[0066]

[A table 7]

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | | 垂直磁性膜 | 記録再生特性 I _{ラ-レ} T 10-X |
|-------|------|----|-------|----|--------------|----|------------|-----|-----------------------|----------|----|------------|----|-------|--------------------------------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50Ni50Al | 8 | Ru | 10 | *1 | -6.3 |
| 実施例29 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ru | 2 | *1 | -6.1 |
| 実施例30 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ru | 18 | *1 | -6.2 |
| 実施例31 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ru | 45 | *1 | -5.9 |
| 実施例32 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 70Ru30Cr | 18 | *1 | -6.6 |
| 実施例33 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Hf | 18 | *1 | -6.7 |
| 実施例34 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 80Hf20B | 18 | *1 | -6.8 |
| 実施例35 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50Ni50Al | 8 | Re | 8 | *1 | -5.8 |
| 実施例36 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Ni | 3 | *1 | -6.1 |
| 実施例37 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50Ni50Al | 8 | Ni | 3 | *1 | -6.1 |
| 実施例38 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 85Ni10Cr5N | 10 | *1 | -6.3 |
| 実施例39 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | Cu | 15 | *1 | -5.8 |
| 実施例40 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | 80Pd20B | 10 | *1 | -5.9 |

*1: 垂直磁性膜; 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

(厚さの単位はnm)

[0067]

[A table 8]

| | シフト膜 | | 面内下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | | 垂直磁性膜 | | 記録再生特性 I _{ラ-レ} T 10-X | 熱揺らぎ耐性 (%/decade) |
|-------|------|----|-------|----|--------------|----|------------|-----|-----------------------|---------|----|-------|----|-----------------|----|--------------------------------------|----------------------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例2 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 25 | -6.3 | 0.65 |
| 実施例41 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 3 | -4.9 | 1.03 |
| 実施例42 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 8 | -6.0 | 0.88 |
| 実施例43 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 45 | -5.8 | 0.55 |
| 実施例44 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 65Co17Cr16Pt2B | 60 | -5.1 | 0.52 |
| 実施例45 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 62Co19Cr15Pt3Mn | 25 | -6.1 | 0.71 |
| 実施例46 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 68Co21Cr6Pt5B | 25 | -6.3 | 1.08 |
| 実施例47 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 61Co17Cr21Pt | 25 | -5.6 | 0.49 |
| 実施例48 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | Co/Pd (*1) | 15 | -5.3 | 0.36 |
| 実施例49 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | TbFeCo | 25 | -5.1 | 0.64 |

*1: Co層とPd層を多数回にわたって積層した多層構造膜

(厚さの単位はnm)

[0068]

[A table 9]

| | シート膜 | 面内下地膜 | 面内硬磁性膜 | 軟磁性下地膜 | | | | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | | 垂直磁性膜 | 記録再生特性 I ₅ -レト 10-X |
|-------|------|-------|--------|------------|-----|-----------------------|--------------------------|----------|-----------|---------|----|-------|----|-------|--------------------------------------|
| | | | | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 曝露ガス (°0レカス) | 酸化 処理 | 酸化 層厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例2 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | - | - | - | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.3 |
| 実施例50 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 100%O ₂ | 曝露 | 0.5 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -7.1 |
| 実施例51 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 100%O ₂ | 曝露 | 2.5 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.9 |
| 実施例52 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 100%O ₂ | 曝露 | 4 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.1 |
| 実施例53 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 50%O ₂ -50%Ar | 曝露 | 1 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.8 |
| 実施例54 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | 10%O ₂ -90%Ar | *5 | 1 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | -6.7 |

*1:シート膜: 50Ni50Al, 厚さ50nm

(厚さの単位はnm)

*2:面内下地膜: 94Cr6Mo, 厚さ15nm

*3:面内硬磁性膜: 61Co22Cr12Pt5B, 厚さ50nm

*4:垂直磁性膜: 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

*5:軟磁性下地膜形成時に、プロセスガスとして100%Arを用いた後、10%O₂-90%Arを使用した。

[0069]

[A table 10]

| | シート膜 | 面内下地膜 | 面内硬磁性膜 | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | | 非磁性中間膜 | | 垂直磁性膜 | 記録再生特性 I ₅ -レト 10-X | 熱揺らぎ耐性 (%/de- cade) |
|-------|------|-------|--------|------------|-----|-----------------------|---------|----|-------|----|----------------|----|-------|--------------------------------------|---------------------------|
| | | | | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | | | |
| 実施例2 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | - | - | *4 | -6.3 | 0.65 |
| 実施例55 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 5 | *4 | -6.8 | 0.55 |
| 実施例56 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 2 | *4 | -6.8 | 0.57 |
| 実施例57 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 18 | *4 | -6.7 | 0.52 |
| 実施例58 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co40Cr | 25 | *4 | -6.5 | 0.52 |
| 実施例59 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 55Co35Cr10Mn | 5 | *4 | -6.9 | 0.56 |
| 実施例60 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 52Co33Cr10Pt5B | 5 | *4 | -7.0 | 0.55 |
| 実施例61 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 55Co45Ru | 5 | *4 | -6.9 | 0.58 |
| 実施例62 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | 60Co30Cr5Ta5B | 5 | *4 | -6.9 | 0.54 |

*1:シート膜: 50Ni50Al, 厚さ50nm

(厚さの単位はnm)

*2:面内下地膜: 94Cr6Mo, 厚さ15nm

*3:面内硬磁性膜: 61Co22Cr12Pt5B, 厚さ50nm

*4:垂直磁性膜: 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

[0070]

[A table 11]

| | シート膜 | 面内下地膜 | 面内硬磁性膜 | 軟磁性下地膜 | | | 配向制御下地膜 | | 配向制御膜 | 垂直磁性膜 | 磁化安定膜 | | 記録再生特性 I ₅ -レト 10-X | 再生出力 (μV) | 熱揺らぎ耐性 (%/de- cade) | |
|-------|------|-------|--------|------------|-----|-----------------------|---------|----|-------|-------|-------|------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------|------|
| | | | | 組成 | 厚さ | B _s (T) | 組成 | 厚さ | | | 組成 | 厚さ | | | | |
| 実施例2 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | - | - | -6.3 | 2180 | 0.65 |
| 実施例63 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 92Co4Ta4Zr | 3.6 | -6.7 | 2870 | 0.45 |
| 実施例64 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 92Co4Ta4Zr | 7.0 | -6.2 | 2350 | 0.53 |
| 実施例65 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 92Co4Ta4Zr | 9.6 | -5.7 | 1780 | 0.74 |
| 実施例66 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 85Fe15Zr | 3.6 | -6.4 | 2660 | 0.52 |
| 実施例67 | *1 | *2 | *3 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 1.3 | NiAl | 8 | Ru | 10 | *4 | 89Co4Zr7Nb | 3.6 | -6.5 | 2720 | 0.51 |

*1:シート膜: 50Ni50Al, 厚さ50nm

(厚さの単位はnm)

*2:面内下地膜: 94Cr6Mo, 厚さ15nm

*3:面内硬磁性膜: 61Co22Cr12Pt5B, 厚さ50nm

*4:垂直磁性膜: 65Co17Cr16Pt2B, 厚さ25nm

[0071]

[A table 12]

| | ソフト膜 | | 面内 下地膜 | | 面内硬磁性膜 | | | 軟磁性下地膜 | | 媒体 ノイズ (RmsmV) | パイ ノイズ |
|-------|------|----|-----------|----|--------------|----|-------------|------------|-----|----------------------|-----------|
| | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 組成 | 厚さ | 保磁力 (Oe) | 組成 | 厚さ | | |
| 実施例1 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 3050 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0345 | なし |
| 実施例68 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 920 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0451 | あり |
| 実施例69 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 1150 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0385 | なし |
| 実施例70 | NiAl | 50 | CrMo | 15 | Co22Cr12Pt5B | 50 | 2100 | 92Co4Ta4Zr | 150 | 0.0355 | なし |

(厚さの単位はnm)

[0072] A table 1 and a table 2 show that the noise figure which was excellent in the hard magnetism film compared with the example of a comparison which used CoPt and SmCo was obtained in the example which formed the hard magnetism film 3 within a field which consists of CoCrPtB between the nonmagnetic substrate 1 and the soft magnetism substrate film 4. Moreover, in the example which used Cr alloy for the substrate film 2, it turns out that the noise figure which was excellent in the substrate film compared with the example of a comparison which used V was obtained. By making the saturation magnetization M_s of the hard magnetism film 3 within a field into the range under of 600 (memu/cm³) more than 200 (memu/cm³), and making thickness of the hard magnetism film 3 within a field into the range of 10nm or more and less than 100nm from a table 3, shows that noise reduction was attained. From a table 4, by making the magnetization recovery factor of the soft magnetism substrate film 4 or more into 0.85 shows that noise reduction was attained. From a table 5, by making coercive force square shape ratio S^* of the hard magnetism film 3 within a field or more into 0.6 shows that noise reduction was attained. From a table 6, by making saturation magnetic flux density B_s of the soft magnetism substrate film 4 more than 1T (T or more [Especially 1.4]) shows that record reproducing characteristics were able to be raised. Moreover, by forming the soft magnetism substrate film 4 thickly, and making $B_s \cdot t$ into 50 or more T-nm shows that especially excellent record reproducing characteristics were acquired. A table 7 shows that outstanding record reproducing characteristics were acquired, when the material shown in a table 7 is used for the orientation control film 5. A table 8 shows that outstanding record reproducing characteristics were acquired, when the material shown in a table 8 is used for the perpendicular magnetic film 6. A table 9 shows that outstanding record reproducing characteristics were acquired by oxidation of the soft magnetism substrate film 4. From a table 10, by forming the nonmagnetic interlayer 12 shows that the result of having excelled in respect of record reproducing characteristics and a heat fluctuation property was obtained. From a table 11, by forming the magnetization stability film 13 shows that the result of having excelled in respect of record reproducing characteristics and a heat fluctuation property was obtained. From a table 12, by carrying out coercive force of the hard magnetism film 3 within a field to more than 1000 (Oe) shows that magnetic-recording data medium excellent in record reproducing characteristics was obtained. Moreover, by carrying out coercive force to more than 2000 (Oe) shows that the result of having excelled further was obtained.

[0073]

[Effect of the Invention] If it is in magnetic-recording data medium of this invention as explained above Between a nonmagnetic substrate and a soft magnetism substrate film, the substrate film within a field and the hard magnetism film within a field with which the easy axis mainly turned to field inboard are formed. The substrate film within a field It is what consists of Cr or a Cr alloy. The hard magnetism film within a field Since a CoCrPtX system alloy (one sort or two sorts or more as which X is chosen from from among B, Ta, Cu, Zr, Nb, Re, nickel, Mn, germanium, Si, O, and N) is included, the noise which considers the hard magnetism film within a field as a cause can be stopped. Therefore, even when a soft magnetism substrate film is formed thinly, the increment in a noise can be suppressed. Therefore, by thin-film-izing a soft magnetism substrate film, productive efficiency can be raised and the noise figure which was moreover excellent can be obtained.

[Translation done.]

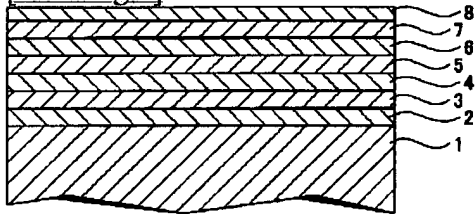
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

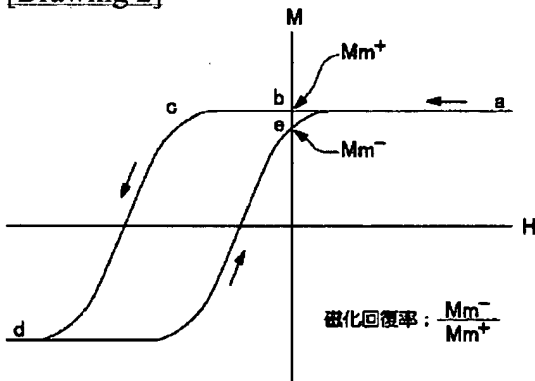
DRAWINGS

[Drawing 1]

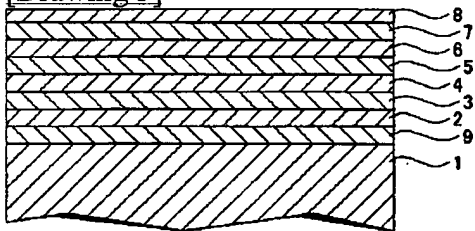


- 1 : 非磁性基板
- 2 : 面内下地膜
- 3 : 面内硬磁性膜
- 4 : 軟磁性下地膜
- 5 : 配向制御膜
- 6 : 垂直磁性膜
- 7 : 保護膜
- 8 : 潤滑膜

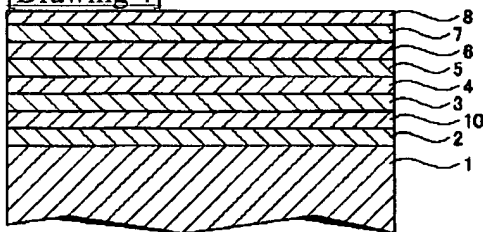
[Drawing 2]



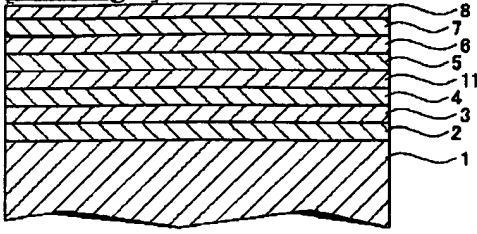
[Drawing 3]



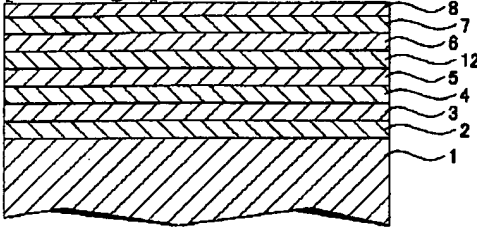
[Drawing 4]



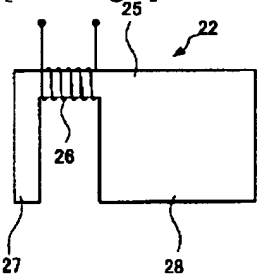
[Drawing 5]



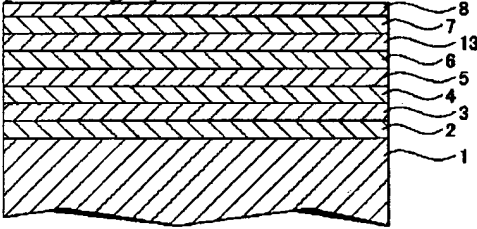
[Drawing 6]



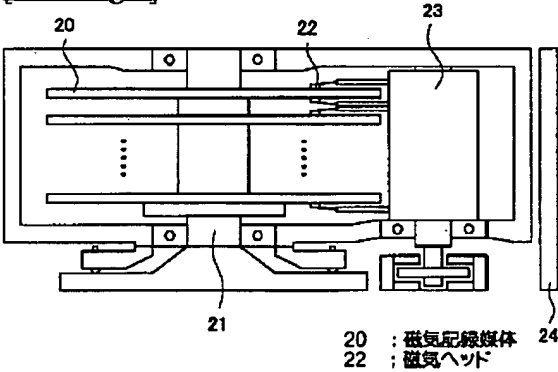
[Drawing 9]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]